Elementar-Unterricht

im

Berg-Zeichnen

für die

Unteroffiziers-Schulen der k. b. Armee.

Die vorliegenden Blätter sind bestimmt als Vorlagen bey dem Elementar-Unterrichte in der Berg-Zeichnung bey den Regimentern und Abtheilungen des Bayerischen Heeres zu dienen, den Lehrern in den Militär-Zeichnungsschulen bey dem im Sinne des Lehmann'schen Bergzeichnungs-Systems, welches den für die Ausführung dienstlicher Terrain-Zeichnungen demnächst erscheinenden Vorschriften zum Grunde gelegt ist, zu ertheilenden Unterrichte einen Leitfaden, — den Schülern selbst aber, so wie den der höhern militärischen Ausbildung überhaupt sich widmenden Individuen ein Mittel an die Hand zu geben, sich die richtigen Ansichten und die erforderliche

Grundlage eigen zu machen, und dadurch die für dienstliche Zwecke so höchst nothwendige Gleichförmigkeit der Behandlung dieses Gegenstandes in dem Heere zu erzielen.

Zur Erleichterung des Selbststudiums und zur weitern Beförderung des angedeuteten Zweckes sind diesen Vorlagen in der hier folgenden Abhandlung die nothwendigsten Erklärungen und Anweisungen beygegeben, so daß beide zusammen die Hauptgrundsätze und das Wesentlichste der Theorie des ganzen Bergzeichnungs-Systems in gedrängter Kürze zusammenfassen.

Es ist hier nur die Darstellung der Terrain-Unebenheiten abgehandelt als desjenigen Theiles der Situationszeichnung, dessen Erlernung und Vervollkommnung mit den meisten Schwierigkeiten verbunden ist. Die hiezu gewählten beygegebenen Zeichnungsblätter (Uebungs-Arbeiten von den Kupferstecher-Eleven des topographischen Büreaus) sind zum Theile Nachbildungen von den in dem Lehmann'schen Werke enthaltenen Kupfertafeln und werden genügen dem angehenden Bergzeichner eine klare und vollständige Erkenntniß des ganzen Verfahrens nebst seiner wissenschaftlichen Grundlage beyzubringen. Hat derselbe diese sich eigen gemacht, und hat er die erforderliche Fertigkeit erworben diese Blätter rein und richtig in gleichem und verändertem Maßstabe nachzeichnen zu können, dann wird er auch im Stande seyn jedes größere Werk über diesen Gegenstand zu begreifen und sich für weitere Verwendbarkeit auszubilden.

I. Erklärungen und Grundsätze.

§. 1.

Grundriß — Aufriß — Profil.

Bei der Darstellung der Unebenheiten des Terrains auf einer ebenen Fläche, wie z. B. jene des Papiers, ist angenommen, daß das Auge des Zeichners sich stets in perpendiculärer Richtung über den einzelnen Punkten des darzustellenden Gegenstandes befinde; diese werden also auch in der Zeichnung so dargestellt, wie sie in der Ansicht von Oben sich zeigen.

In dieser Ansicht fallen nur die horizontalen Ausdehnungen — Maße und Winkel — unmittelbar in's Auge, und auch nur diese können im verkleinerten Verhältniße auf dem Papier genau so wieder gegeben werden. Dieses geschieht durch die geometrische Aufnahme (Vermessung), und man erhält durch dieselbe eine orthographische horizontale Projection oder den Grundriß der einzelnen Terrain-Gegenstände.

Unebenheiten des Terrains können also auch nur der Figur und dem Raume nach, welche sie auf einer horizontalen Ebene einnehmen, nämlich im Grundrisse angezeigt, ihre Ausdehnung in die Höhe oder Tiefe (Vertical-Ausdehnung) aber muß auf der ebenen Zeichnungsfläche durch conventionelle Bezeichnung ausgedrückt werden, wobei jeder Punkt der erhöhten oder vertieften Oberfläche des Gegenstandes auf der horizontalen Ebene diejenige Stelle einnimmt, welche durch eine von ihm auf diese Ebene gedachte Verticale angegeben wird. Es können hier also die Vertical-Entfernungen nicht so wie beym Grundrisse die Horizontal-Entfernungen unmittelbar in der

Zeichnung dargestellt und von dieser abgenommen werden, sondern es kann dieses nur mittelbar geschehen.

Wird die orthographische Projection eines solchen Gegenstandes in horizontaler Ansicht auf eine verticale Ebene ausgeführt, so erhält man eine Vertical-Projection oder einen Aufriß dieses Gegenstandes.

Denkt man sich endlich einen Körper nach irgend einer Richtung von einer Vertical-Ebene durchschnitten, so stellt sich auf dieser die Durchschnittsfläche des Gegenstandes mit ihrer äussern Begränzungslinie dar; diese Fläche wird das Profil, und ihre Begrenzung oder die Durchschnittslinie der Ebene mit der Oberfläche die Profil-Linie dieses Körpers nach der Richtung des Durchschnittes genannt.

§. 2.

Linien, Winkel und Flächen im Grundriß und Profil.

Wenn eine schiefe Ebene A B (Fig. 1) von einer horizontalen C D durchschnitten wird und man errichtet aus einem beliebigen Punkte a der Durchschnittslinie A F rechtwinkelig auf diese die Linien a b in der schiefen und a c in der horizontalen Ebene und fällt aus einem beliebigen Punkte d der Linie a b eine Perpendiculäre auf die Ebene C D, so wird dieselbe auf die Linie a c treffen; dieses geschehe in dem Punkte f, so entsteht zwischen den beiden Ebenen das Dreyeck d a f und es heißt nun in demselben:

1) Die Linie a d die Neigungslinie der schiefen Ebene,
2) die Linie a f (Horizontal-Projection der Neigungslinie a d) die Anlage der Böschung,

3) die Linie d f der Verticalabstand zwischen den Punkten d und f,
4) der Winkel d a f, welchen die Neigungslinie mit der Anlage der Böschung bildet, der Neigungs- oder Böschungswinkel der schiefen Ebene AB, und
5) das Dreyeck d a f selbst, Neigungs-Dreyeck dieser nämlichen schiefen Ebene AB.

Stellt nun (Fig. 2) das Profil eines Berges nach der Linie a′ b′ des Grundrisses (Fig. 3) vor, so nennt man die horizontale Ebene, worauf derselbe steht, seine Grundfläche; die Begränzungslinie, welche die Grundfläche mit den Seitenflächen des Berges bildet, den Fuß desselben, a′ c′ b′ d′ (Fig. 3); die von der Kuppe oder Spitze des Berges auf seine Grundfläche gedachte senkrechte Linie c m (Fig. 2) nämlich den Verticalabstand der Spitze, dessen Höhe, und die Entfernungen m a, m b . . . . ꝛc. dieser Senkrechten von dem Fuße des Berges seine Anlagen, welche nach jeder Richtung des Durchschnittes unter sich verschieden seyn können.

Die Bergseiten bilden sehr selten gerade sondern größtentheils gewölbte oder eingebogene Flächen mit häufig wechselnden Böschungen. Aus diesem Grunde sind auch die Neigungslinien der Berge sehr selten gerade sondern meistens krumme Linien.

Um einen Berg in seinen mannigfachen Formen bildlich darzustellen, und seine Böschungswinkel leicht zu messen, denkt man sich ihn von parallel über einander gelegten horizontalen Ebenen durchschnitten. Die Genauigkeit mit welcher ein Berg gemessen und gezeichnet werden soll, bestimmt die Entfernungen dieser Durchschnitts-Ebenen unter sich. Je größer der

Maßstab ist, in welchem ein Plan gezeichnet wird, desto mehr müssen auf ihm die Einzelnheiten der Bergformen dargestellt, und deßwegen eine um so größere Anzahl solcher Durchschnittts-Ebenen gelegt werden. Hierdurch wird der ganze Berg gleichsam in Gürtel abgetheilt, deren Oberflächen oder Neigungsflächen als Flächen mit einfacher Krümmung *) betrachtet werden können.

Im Profil (Fig. 2) stellen sich diese horizontalen Durchschnitts-Ebenen als Parallel-Linien n o, p q und r s und im Grundriß (Fig. 3) als krumme in sich selbst wieder zurückkehrende Linien dar, welche um so weiter sich von einander entfernen je flacher die Böschung, und um so mehr sich einander nähern je steiler dieselbe ist.

Man nennt die Linien am Durchschnitte der Horizontal-Ebenen mit den Bergseitenflächen gewöhnlich nur Horizontalen. Sind die Vertical-Abstände der Horizontalen unter sich gleich, so werden erstere Aequidistanzen benannt.

Die Geometrie lehrt wie die Horizontalen durch Nivellement auf dem Terrain bestimmt und in den Grundriß gelegt werden.

§. 3.

Mittel zur Bezeichnung geneigter Flächen; — Schraffirstriche.

Die Beleuchtung eines Gegenstandes hat auf die Erkenntniß desselben einen sehr wesentlichen Einfluß und namentlich

---

*) Flächen mit einfacher Krümmung sind bekanntlich solche, auf welchen nach irgend einer Richtung eine gerade Linie gezogen werden kann, wie z. B. die Oberfläche eines Cylinders, eines Kegels.

die Wirkung, daß die verschieden geneigten Flächen desselben heller oder dunkler hervortreten, je nachdem die Lichtstrahlen senkrecht oder mehr oder weniger schief auf selbe auffallen. Fällt das Licht überhaupt aus einer schiefen Richtung unter irgend einem Winkel auf einen solchen Körper, so wird die ihm gerade zugekehrte Seite vollkommen die entgegengesetzte aber gar nicht beleuchtet seyn und also im vollkommenen Schatten sich befinden; fällt dagegen das Licht in verticaler Richtung auf einen Körper, so ist die Beleuchtung ganz gleichförmig über ihn verbreitet, und denkt man sich denselben aus horizontalen und schiefen Flächen zusammengesetzt, so werden erstere in vollkommenem Lichte erscheinen, während letztere um so mehr an Licht verlieren, je weniger sie ihre Fläche demselben zukehren, je weniger Lichtstrahlen also darauf fallen können, d. h. je größer der Neigungswinkel dieser schiefen Flächen ist.

Dieses auf die Bezeichnung mit Farben angewandt, müßte also eine horizontale, der vollen Wirkung der verticalen Beleuchtung ausgesetzte Fläche im hellsten Farbentone nämlich weiß, eine vertical aufrechtstehende Fläche hingegen, welche gar kein Licht empfängt im dunkelsten Farbentone nämlich gänzlich schwarz ausgedrückt werden. Zwischen vollkommen weiß und vollkommen schwarz sind aber eben so viele Abstufungen des Farbentones oder Mischungen von Weiß und Schwarz möglich, als Neigungs-Abstufungen zwischen der horizontalen und verticalen Richtung oder zwischen 0° und 90° Böschung einer Fläche möglich sind. Hierin ist sonach ein Mittel gegeben durch ein einfaches richtiges Verhältniß des Farbentones auch das Verhältniß der Neigung einer Fläche

ausdrücken zu können, und aus diesem Grunde ist bei der Berg-Zeichnung auch die verticale Beleuchtung angenommen, nämlich: jene, wobei die Lichtstrahlen stets vertical und unter sich parallel auf jeden Punkt der Horizontal- oder Grundriß-Ebene auffallend gedacht werden, ebenso, wie die verticale Ansicht angenommen worden ist, um den Körper nach allen Richtungen seiner Ausdehnung vollkommen übersehen, beurtheilen und messen zu können.

Das Ton- oder Mischungs-Verhältniß der Farbe von vollkommenem Weiß bis zu vollkommenem Schwarz läßt sich in der Federzeichnung, ohne sich dieser Farben-Abstufungen selbst bedienen zu müssen, sehr glücklich nachahmen durch (vollkommen schwarze) Striche, welche man feiner oder stärker nur in größeren oder kleineren Zwischenräumen neben einander zu reihen braucht um eine hellere oder dunklere Tonart zu erhalten, und man kann auf diese Art also auch sehr leicht ein durch Zahlen auszudrückendes Verhältniß zwischen der jedesmaligen Breite der schwarzen Striche und ihren weißen Zwischenräumen nämlich des dunkeln zum hellen Tone ermitteln, wodurch jede Böschung von 0° bis zu 90° bestimmt angegeben werden kann. Diese Bezeichnungsart der Böschungen ist in der Berg-Zeichnung nun auch wirklich angenommen, und man nennt diese zur Ausführung dienenden Zeichnungsstriche S c h r a f f i r s t r i c h e, so wie das Zeichnen mit selben S c h r a f f i r e n.

Ist es auf diese Weise gleichwohl möglich jede Böschung von 0° bis zu 90° eben so genau in der Zeichnung ausdrücken zu können, als genau man selbe zu messen im Stande ist, so würde dieses in der Wirklichkeit doch nicht wohl ausführbar seyn, sondern würde für den Gebrauch, zu welchem

Terrain-Zeichnungen in größerer Ausdehnung angefertigt werden, namentlich für topographische Karten auch den entsprechenden Nutzen nicht gewähren, und weil Bergflächen über 60° Böschung als für Jedermann und insbesondere für militärische Zwecke unzugänglich erscheinen, so findet man es genügend nur die Böschung von 0° bis zu 60° in diesem Tonverhältnisse auszudrücken, erstere also mit vollem Weiß und letztere bis zu 90° mit vollem Schwarz zu bezeichnen. Auch hat man es im Allgemeinen jedem Zwecke hinlänglich entsprechend befunden, die Abstufungen der Böschungen nicht von Grad zu Grad sondern nur von 5° zu 5°, von 6° zu 6° oder selbst von 10° zu 10° anzugeben.

§. 4.

Verhältniß der Breiten der Schraffirstriche zu ihren Zwischenräumen.

Um das Verhältniß zu bestimmen, welches zwischen der Breite des schwarzen Striches und der Breite des weißen Nebenraumes statt finden soll, konnte nunmehr das auf einem Annäherungsverhältnisse beruhende Gesetz angenommen werden:

> daß sich die Breite des schwarzen Striches zu seinem weißen Nebenraume verhalten soll wie der zu bezeichnende Böschungswinkel zu seinem Ergänzungswinkel auf 60°.

Z. B. der Böschungswinkel von 5° hat 55° zum Complement auf 60°, folglich trifft zur Bezeichnung des Böschungswinkels von 5° für die Breite des schwarzen Striches 1 Theil und für den weißen Nebenraum 11 Theile.

Nach diesem einfachen Gesetze ist es daher leicht für jeden

beliebigen Böschungswinkel das zugehörige Strichverhältniß auszumitteln und nach diesem eine Zeichnung auszuführen.

Es lassen sich aber auch nach demselben eben so leicht aus den Strichverhältnissen eines schon gezeichneten Planes die zugehörigen Böschungswinkel finden.

Es sey nämlich:

S = der Breite des schwarzen Striches,

W = dem weißen Nebenraume,

B^0 = dem Böschungswinkel,

C^0 = dem Complement-Winkel auf 60^0, so ist das Gesetz durch folgende Proportion ausgedrückt.

$$S : W = B^0 : C^0$$

daher: $(S + W) : S = (B^0 + C^0) : B^0$, woraus

$$B^0 = \frac{S\,(B^0 + C^0)}{S + W}$$ und weil $B^0 + C^0 = 60^0$

$$B^0 = \frac{S \cdot 60^0}{S + W.}$$

Z. B. Es sey das Verhältniß des schwarzen Striches zu seinem Nebenraume wie 2 : 1 geschätzt worden, so ist $S = 2$ und $W = 1$.

Diese Werthe substituirt, wird $B^0 = \frac{2 \cdot 60}{2 + 1} = 40,$ der Böschungswinkel für die gegebene Verhältnißzahl.

Dieses Verhältniß der schwarzen Striche zu ihren weißen Nebenräumen wird das Mengungs-Verhältniß genannt.

§. 5.

Lage der Schraffirstriche.

Die Schraffirstriche, deren man sich zur Bezeichnung der Terrain-Unebenheiten bedient, müssen eine feste bestimmte

Richtung erhalten und stets nach dem Ablaufe des Wassers oder nach der Richtung gezeichnet werden, nach welcher ein schwerer Körper von einer schiefen Fläche abrollt. Dieses geschieht aber immer auf dem kürzesten Wege mithin unter einem rechten Winkel auf die Horizontalen, welche durch die schiefe Fläche gelegt sind, oder durch sie gelegt gedacht werden können. Hieraus folgt:

1) daß die Schraffirstriche stets unter rechten Winkeln auf die Horizontalen zu legen sind, und also auch daß die Horizontalen rechtwinkelig durch die Neigungslinien gehen;
2) daß durch die Schraffirstriche zugleich die Richtung der Neigungslinien wirklich gegeben ist, und also
3) daß beide, Horizontalen und Schraffirstriche (Neigungslinien) ihre Lage gegenseitig bestimmen.

§. 6.

Form der Schraffirstriche.

Diese hier aufgestellten Grundsätze hinsichtlich des Verhältnisses der Schraffirstriche zu ihren weißen Nebenräumen und ihrer rechtwinkeligen Richtung auf die Horizontalen führen nun zunächst zu der Augenscheinlichkeit, daß man auch verschiedene Formen dieser Schraffirstriche in Anwendung bringen müsse, um durch sie alle die verschiedenen Formen ausdrücken zu können, unter welchen Bergabhänge in der Natur erscheinen.

Betrachtet man zuerst die einfachste dieser Bergseitenformen nämlich die Form einer geraden schiefen Fläche, unter welcher z. B. eine gerade fortlaufende Bergwand sich darstellt, so bilden

hier auch die Horizontalen lauter gerade und unter sich in gleichen Abständen fortlaufende Linien. Da nun die Schraffirstriche rechtwinkelig von der obern Horizontalen ausgehen und ebenso auf die untere Horizontale auftreffen sollen, das Mengungsverhältniß von Schwarz und Weiß aber bei stetiger Böschung unverändert bleiben muß, so kann der Schraffirstrich in diesem Falle keine andere Form erhalten als die eines länglichen Rechteckes, denn jede andere Form (es müßten denn künstlich geschlängelte Striche angewendet werden wollen, welche aber für diesen Zweck sehr unpassend wären) würde die eine oder die andere der obigen Bedingungen unerfüllt lassen. Diese Form bietet überdieß den Vortheil, daß sie am leichtesten zu zeichnen und in ihren Verhältnissen durch blossen Anblick zu schätzen ist, und kann daher als die Grundform der Schraffirstriche betrachtet werden.

Bildet aber der Bergabhang eine gewölbte oder eingebogene Fläche, und sollen die Schraffirstriche doch noch eine zweckmässige Länge erhalten und nicht gar zu kurz gemacht werden, so wird die Abweichung derselben und ihrer weißen Zwischenräume von der Gestalt eines Rechteckes ziemlich merklich und auch die Mischung von schwarz und weiß in der Nähe der untern Horizontale eine ganz andere seyn als an der obern, oder umgekehrt. Weil aber bey einerlei Neigung das Mengungsverhältniß von schwarz und weiß unverändert bleiben muß, so müssen auch dort, wo die weißen Zwischenräume verhältnißmäßig zu groß werden würden, die Schraffirstriche die Rechtecksform verlassen, und eben so keilförmig werden wie die weißen Zwischenräume.

Bei Zeichnung des Kegels mit steter und eingebogener

Böschung und beim Kugelabschnitt, so wie überhaupt immer da, wo nicht stetig geböschte Bergflächen zu zeichnen sind, ergibt sich die Nothwendigkeit die keilförmigen Striche in Anwendung zu bringen.

So wie in der Natur ein größtentheils fast unmerklicher und oft nur schwer zu bestimmender Uebergang von einer Böschung in die andere stattfindet, ebenso muß in der Zeichnung in diesem Falle ein fast unmerklicher Uebergang von einem Mengungsverhältniß zum andern durch ein allmähliges Schmäler- oder Breiterwerden der Striche erzeugt werden.

Als Regel wird festgesetzt:

1) Die Schraffirstriche müssen beim Ansatze ebenso stark gemacht werden, wie die Striche der obern Lage enden, und so zu- oder abnehmen, daß in der nächsten Reihe die Beleuchtung oder Schwärze herauskomme, in welcher die nächstfolgende Strichlage beginnen soll.

2) Wo der Abfall unmerklich beginnt oder aufhört, müssen auch die Schraffirstriche in der ersten Lage kaum sichtbar anfangen und in der letzten kaum sichtbar aufhören.

3) Wo eine Bergseite mit einer scharfen Kante beginnt, oder auf ihr eine solche vorkömmt, müssen die Striche in der vollen Schwärze der Böschung, die sie ausdrücken sollen, angesetzt werden und wenn die Bergseite steil einfallend endet, auch die Schraffirstriche in voller Schwärze ihres Böschungswinkels enden.

4) Sind die Horizontalen nicht parallel, so kann dem Gesetze, daß die Schraffirstriche rechtwinkelig auf denselben stehen sollen, durch einen geradlinigen Schraffirstrich nicht entsprochen werden; er muß daher zwischen

beiden in der Art eine gleichmäßig gekrümmte Form erhalten, daß er von der obern Horizontale rechtwinkelig ausgehe, auf die untere rechtwinkelig ende und alle möglichen Zwischen-Horizontalen rechtwinkelig durchschneide. — Hiedurch ensteht der gekrümmte oder Schwungstrich.

Es gibt also für die Schraffirstriche dreierlei Hauptformen:

1) rechteckig gerade,
2) keilförmig oben schmale und unten breite oder umgekehrt,
3) gekrümmte oder Schwungstriche, die entweder gleiche Breite oder eine den Keilstrichen sich nähernde Form haben.

§. 7.

Breite und Länge der Schraffirstriche.

Für die Bezeichnungen der Böschungen ist es gleichgültig, welche Breite und Länge man dem Schraffirstriche gibt, wenn nur immer sein gehöriges Verhältniß zum weißen Nebenraume beobachtet wird. Beide richten sich jedoch nach dem Maße und Detail, in welchem ein Grundriß gezeichnet werden soll, weil es natürlich ist, daß bei einer Zeichnung im größeren Maßstabe die Striche breiter und länger, im kleineren aber wegen der Deutlichkeit der übrigen Detailbezeichnungen schmäler und kürzer gemacht werden müssen.

II. Vorübungen.

§. 8.

Vorschriften zu den Vorübungen für den angehenden Bergzeichner.

Die angegebenen Stricharten in beliebiger Länge und Breite, in vollkommenster Reinheit und mit ganz sicherer Hand zeichnen zu können, ist für den Bergzeichner unumgänglich nothwendig, für den Anfänger aber die größte Schwierigkeit. Ehe dieser daher zu einer andern Zeichnung übergeht, soll er sich mit aller Aufmerksamkeit und aller Beharrlichkeit bestreben die einzelnen Striche vom feinsten bis zum stärksten mit möglichster Vollkommenheit rein und sicher machen zu lernen. Findet er bei Zeichnung der einzelnen Striche keine Schwierigkeit mehr, und hat die Hand die gehörige Sicherheit erlangt, dann stelle er einzelne Partien von gleicher Länge, Breite und gleichen Zwischenräumen zusammen, um nach und nach die Schraffirungs-Verhältnisse für die verschiedenen Gradationen richtig ausdrücken zu können und das Auge an schnelle und genaue Erkennung derselben zu gewöhnen.

Im Allgemeinen hat der Schüler bei diesen Vorübungen folgende Regeln zu beobachten:

1) die Striche sollen so lang gemacht werden, als es die Geschicklichkeit der Hand erlaubt;

2) dieselben müssen immer rechtwinkelig auf die Horizontalen gestellt werden, es mögen diese gerade oder gekrümmt, parallel oder nicht parallel vorgezeichnet seyn.

3) Das richtige Verhältniß der Breite des Schraffir-

striches zum weißen Nebenraume muß streng beachtet werden.

4) Man darf sich nicht mit einer Reihe Striche für eine Gradation begnügen, sondern es sollen mehrere Reihen ohne Zwischenraum untereinander gesetzt und dabei berücksichtigt werden, daß die zusammenstoßenden Striche keine sichtbaren Absätze bilden, keine weißen Zwischenräume lassen und nicht ineinandergreifen.

5) Die Schraffirstriche sollen immer von oben nach unten und stets die links stehenden vor den rechts stehenden vollkommen rein mit einem Federzug gezeichnet werden.

6) Der Schüler darf sich bei diesen Vorübungen nur scharfgeschnittener guter Gänsefedern und vollkommen schwarz angeriebener Tusche bedienen. Erst später, wenn die Hand hinreichende Uebung und Sicherheit sich eigen gemacht hat, und bei Zeichnungen in kleinen Maßstäben, wo sehr feine Striche gezeichnet werden müssen, kann ihm der Gebrauch der Rabenfedern oder des elastischen Pinsels gestattet werden.

7) Der Schüler soll so lange bei diesen Uebungen verweilen, bis er im Darstellen der Strich- und Zwischenraumsverhältnisse keine Schwierigkeiten mehr findet und dann erst zur Zeichnung des Böschungsmaßstabes übergehen.

§. 9.

Erklärung der Böschungsmaßstäbe, und Construktion derselben.

Wenn sich der angehende Bergzeichner nach dem vorigen

Paragraphen die erforderliche Sicherheit des Auges und der Hand im Zeichnen der Schraffirstriche und Schätzung ihrer Zwischenraumsverhältnisse vollkommen angeeignet hat, so beginne derselbe die Zeichnung verschiedener Böschungsmaßstäbe, wodurch er sich an den Ausdruck der wechselnden Tonverhältnisse gewöhnt. Er gehe bei Construction derselben allmählig vom größeren Maße, wobei er sich des Zirkels, der Reißfeder und des Lineals bedienen darf, zum kleineren über, bis es der freien Hand gelingt, die Schraffirung der verschiedenen Gradationen ohne diese Hülfsmittel ausführen zu können.

Tafel II enthält zwei Böschungsmaßstäbe. Bei dem Ersten ist angenommen, daß eine horizontale Fläche mit vollkommenem Weiß und eine mit 60° und darüber abgeböschte, als ganz unzugänglich angesehen mit vollkommenem Schwarz bezeichnet werde.

Sieben verschiedene Verhältnisse des Schwarzen zum Weissen bezeichnen die Böschungen von 5° und sodann von 10° zu 10°.

Der Böschungsmaßstab ist in drei Querreihen getheilt, wovon die obere durch deutliche Construction die Verhältniße der schwarzen Striche zu den weißen Nebenräumen für das noch ungeübte Auge leichter erkennen läßt. In den beiden folgenden Querreihen sind die Theile in gleichen Verhältnissen so verkleinert dargestellt, wie es die Anwendung auf die Situationszeichnung im Grundriß erfordert.

Oberhalb der ersten Querreihe sind die Verhältnißzahlen für die Böschungen angeschrieben und so zu verstehen, daß z. B. für eine Böschung von 10° der weiße Raum fünfmal, bey

20° zweimal, bey 30° eben so groß als die Breite des schwarzen Striches ist, u. s. w.

Die große Bequemlichkeit, welche durch diese einfachen Verhältnißzahlen sich ergibt, um irgend eine Böschung nach derselben zu bezeichnen, ist für sich klar, und bedarf keiner weitern Erklärung.

Die unter dem Böschungsmaßstabe konstruirten Dreiecke enthalten die Böschungs- und die ihnen zukommenden Complementswinkel auf 60°, erstere schraffirt, sind mit den Zahlen 5°, 10°, 20°, 30°, 40°, 50°, 60° und letztere mit 55°, 50°, 40°, 30°, 20°, 10° bezeichnet.

Ein zweiter Böschungsmaßstab ist unter dem ersten angebracht, welcher 12 Gradationen von 5° zu 5° enthält, um erforderlichen Falles die Böschungswinkel genauer zu bezeichnen.

Beide haben die Bestimmung bei Militär-Zeichnungen in der bayerischen Armee angewendet zu werden.

Bei gehöriger Betrachtung des Böschungsmaßstabes und Anwendung des im §. 4 aufgestellten Gesetzes kann es nicht schwer fallen, irgend einen Böschungsmaßstab von beliebig angenommenen Gradationen zu entwerfen.

Z. B. Es soll die im topographischen Büreau eingeführte Scala construirt werden, bei welcher horizontale Flächen mit vollem Weiß und jene mit und über 60° mit vollem Schwarz bezeichnet und die Gradationen von 6° zu 6° angenommen sind.

Man theile einen beliebigen Raum in so viel gleich große Abtheilungen als Gradationen auszudrücken sind; hier zehn. Jede dieser Abtheilungen wird abermals in 10 gleiche Theile getheilt, und von diesen sodann so viele für den schwarzen Strich genommen als die Verhältnißzahl für die auszudrückende

Böschung angibt. Der übrigbleibende Rest gehört für den weißen Nebenraum; z. B. zu dem Böschungswinkel von 6° gehört das Strichverhältniß 6 : 54 = 1 : 9; für den schwarzen Strich muß also ein Theil genommen und für den weissen Nebenraum 9 Theile belassen werden u. s. w. —

§. 10.

Schraffirung einer ungleichseitigen Pyramide und Construction eines Profils derselben.

Durch eine vollkommene Ausführung der Böschungsmaßstäbe wird der Schüler nunmehr diejenigen Begriffe von der Darstellungsweise der verschiedenen Böschungen und zugleich diejenige Fertigkeit erlangt haben, um die Schraffirung nach jedem Böschungs-Verhältniße in gleichförmiger Weise anwenden und ausführen zu können. Er gehe nun zur Zeichnung derjenigen stereographischen Körper über, aus deren Bestandtheilen die Formen fast aller in der Natur vorkommenden Terrain-Erhabenheiten zusammen gesetzt sind.

Auf Tafel III ist die Horizontalprojection einer neunseitigen Pyramide dargestellt, deren Seitenflächen unter verschiedenen Böschungswinkeln gegen den Horizont geneigt sind.

In Figur 1 sind die Böschungswinkel auf den Flächen der Pyramide und an ihrem Fuße die denselben zukommenden Verhältnißzahlen für die Schraffirstriche eingeschrieben, nach welchen Figur 2 ausgeführt ist.

Die Pyramide ist von sieben gleich hoch über einander gelegten Horizontalen in acht Schichten zerlegt, welche auf den Flächen punktirt angezeigt sind. Die Horizontalen erscheinen als gerade in sich zurückgehende Linien, weil die Seiten der

Pyramide ebenfalls gerade Flächen sind, und liegen um so näher beisammen je steiler die Böschungen werden. Es müssen also nach den §§ 5 und 6 die Schraffirstriche gerade Rechtecke seyn und unter Beobachtung des dem Böschungswinkel entsprechenden Verhältnisses senkrecht auf die Horizontalen gestellt werden.

Es ist bei Schraffirung der Pyramide am zweckmässigsten mit der Seitenfläche von der schwächsten Böschung zu beginnen diese zu vollenden und dann zu denjenigen allmählig überzugehen, welche steiler abgeböscht sind.

Figur 3 stellt einen Durchschnitt der Pyramide nach der Linie A B Figur 1 dar, und zeigt wie hoch die Punkte a, b, c, d, e, f und g der von einer Vertical-Ebene durchschnittenen Kanten über der Grundfläche der Pyramiden liegen. Die Zeichnung dieses Durchschnittes geschieht auf folgende Art:

Die horizontale Entfernung der Punkte a′, b′, c′, d′, e′, f′, g′ und h′ auf der Linie A′ B′, welche mit A B Figur 1 parallel zu ziehen ist, erhält man durch Fällung der Perpendikel aa′, bb,′ cc′ u. s. w. und ihre Höhen, wenn man z. B. von dem Punkte b auf die Grundlinie der mit 6° geneigten Fläche eine senkrechte b m zieht, diese in den Zirkel faßt und auf einem nach der Gradation des Böschung-Maßstabes leicht sich zu entwerfenden Böschungsmesser, Tafel 1 Fig. 4 von A nach q trägt, hier einen Perpendikel errichtet, und ihn so weit verlängert bis er die mit 6° bezeichnete Linie in p durchschneidet; p q zeigt nun die Höhe des Punktes b über der Grundfläche der Pyramide und kann auf der Linie A′ B′ in b′ aufgetragen werden.

Auf gleiche Weise ergeben sich die Höhen für die übrigen Punkte, wenn man nur das Maß der Perpendikel gehörig an die Linie A B des Böschungsmessers überträgt, und die dort zu errichtende Senkrechte bis an jene Theilungslinie zieht, welche dem Böschungswinkel der Seitenfläche entspricht.

Bei Bestimmung der Höhe der Pyramide z. B. ziehe man x y (Neigungslinie) senkrecht auf die Grundlinie der mit 24° geböschten Seitenfläche, trage das Maß von x y auf den Böschungsmesser von A nach w, errichte dort den Perpendikel w v bis zu dem mit 24° bezeichneten Theilungsstrich, so ist w v die Höhe der Pyramide.

Dieselbe Höhe würde man finden, wenn man von x eine Senkrechte auf irgend eine der andern Grundlinien oder ihrer Verlängerungen zöge und dann auf gleiche Weise verführe.

Will man aus einer Zeichnung die Höhe eines Berges oder irgend eines Punktes an einer Seitenfläche desselben bestimmen, so bleibt das Verfahren das nemliche wie das oben bezeichnete, nur ist man gezwungen, wenn die Neigungslinie keine gerade sondern eine krumme Linie ist und die Böschungen auf ihr wechseln, dieselbe in mehrere Theile und besonders an jenen Stellen zu zerlegen, wo der Böschungswechsel statt findet. Aus der Summe der einzelnen Theile ergibt sich sodann die gesuchte Höhe. Daß die Böschungswinkel aus den zu schätzenden Strichverhältnissen sich ergeben, bedarf wohl kaum der Erwähnung.

§. 11.

Schraffirung eines geraden Kegels mit steter Böschung.

Auf Tafel IV ist ein Kegel mit einer steten Böschung von 30° im Durchschnitte und im Grundriß abgebildet.

Die Horizontalen, welche im Durchschnitt als gerade Parallelen sich zeigen, sind so angenommen, daß sie allmählig kleinere Abstände unter sich haben, je mehr sie sich der Spitze des Kegels nähern, weil, je näher an der Spitze nur durch kürzere Schraffirstriche das erforderliche Mengungs-Verhältniß erhalten werden kann ohne ersteren eine unmäßige dem Auge ungefällige Breite geben zu müssen. Dadurch ergibt sich, daß sie im Grundrisse, wo sie als concentrische Kreise sich projiciren, ebenfalls ungleiche Entfernungen unter sich haben, die um so größer werden, jemehr sich die Horizontalen von der Spitze des Kegels entfernen und seiner Grundfläche nähern. Derselbe Zweck kurzer Schraffirstriche bei starkgekrümmten Horizontalen wird auch erreicht, wenn man Zwischenhorizontalen legt, wie bei den folgenden Figuren zu ersehen ist.

Wie bekannt müssen die Neigungslinien auf den Horizontalen senkrecht stehen, und in einer gleichförmig abgeböschten Fläche das Schraffirungs-Verhältniß sich gleich bleiben.

Dieser Grundsatz kann bei Zeichnung vorliegender Figur nur dann eingehalten werden, wenn wie § 6 ausgeführt die Schraffirstriche eine keilförmige Gestalt bekommen und an der obern Horizontale schmäler und an der untern breiter gemacht werden.

Der Zeichner muß daher diese Striche hier in Anwen-

dung und in eine solche Haltung bringen, daß das Bild in gehöriger Gesichtsweite das Aussehen einer abgetuschten Fläche erhält.

§. 12.

Schraffirung eines geraden Kegels mit concaver oder eingebogener Seitenfläche.

Tafel V zeigt einen Kegel mit concaver oder eingebogener Seitenfläche sowohl im Durchschnitt als im Grundriß, an welchem die Gradationen von 6° zu 6° und zwar von 0° bis zu 60° vorkommen.

Durch Theilung der Profilseite in 10 gleiche Theile erhält man die Abstufungen von 6° zu 6° und durch die Projection dieser Theilungspunkte auf eine mit der Grundlinie des Durchschnittes parallele Linie im Grundrisse die Halbmesser für die Horizontalen, welche, wie beim geraden Kegel Tafel IV, concentrische Kreise bilden, an der Spitze wegen der zunehmenden Böschung näher aneinander liegen als am Fuße des Kegels, und zwischen sich die Gradationen von 0° bis 60° enthalten.

Die Konstruction des Kegelprofils, so wie der Beweis, daß an den Theilungspunkten von 6°, 12°, 18° u. s. w. wirklich die angedeuteten Neigungen statt finden, lehrt die Geometrie. Um auch diese Figur in ihren verschiedenen Böschungs-Verhältnißen so zu zeichnen, daß ein allmähliger Uebergang von einer Neigung in die andere statt findet und das Bild das Ansehen einer getuschten Fläche erhält, müssen auch hier die theilweise und abwechselnd keilförmigen Striche angewendet, senkrecht auf die Horizontalen gestellt und an ihren beiden

Enden das richtige Verhältniß zum weißen Nebenraum beobachtet werden.

Die Schraffirung dieses Kegels gibt deutlich zu erkennen, wie die durch die Böschung einerseits und die kreisförmige Gestalt der Horizontalen andererseits für die Form der Schraffirstriche gegebenen Bedingnngen sich gegenseitig neutralisiren und eine die andere beherrschen könne. So muß hier von der Spitze herab, nemlich von 60° bis ohngefähr 35° der unten breite und oben schmale Keilstrich angewendet werden, und es ist also hier die Kreisform der Horizontalen die beherrschende Bedingung; von unten hinauf von 0° bis ohngefähr 24° ist der oben breite und unten schmale Keilstrich angewandt, und es ist also hier das Böschungs-Verhältniß das beherrschende; zwischen beiden, beiläufig von 24°—36°, heben sich beide Bedingungen gegenseitig auf, und der Schraffirstrich geht von einer Keilform auf die andere mittelst der Rechtecksform über. Der Schüler hat dieses Verhältniß wohl aufzufassen, weil dasselbe in der Bergzeichnung sehr häufig zur Anwendung kommt.

§. 13.

Schraffirung eines Kugelabschnittes.

Der auf der Tafel VI abgebildete Kugelabschnitt enthält ebenfalls die Böschungsabstufungen von 6° zu 6°, von 0° anfangend bis zu 60°.

Gleich der Seite des eingebogenen Kegels ist die des Kugelabschnittes im Durchschnitt in 10 gleiche Theile getheilt, wodurch sich die Gradationen von 6° zu 6° ergeben. Durch Projection dieser Theilungspunkte auf eine mit der Grundlinie des Durchschnittes parallel laufende Linie erhält man die Halb=

messer für die concentrische Kreise bildenden Horizontalen, welche eine um so geringere Entfernung unter sich haben, je näher sie der Grundlinie liegen und je steiler die Böschung wird. In dieser Figur ist der allmählige Uebergang von der flachsten bis zur steilsten Böschung von oben nach unten ausgedrückt und die keilförmige Strichart zur Erlangung des gehörigen Schraffirungs-Verhältnißes so angewendet, daß der schmale Theil des Striches an die obere und der breite an die untere Horizontale gelegt wird.

Der Schüler muß sich bemühen die gegebenen Regeln auch hier in Anwendung zu bringen, um den Kugelabschnitt mit seiner natürlichen Abrundung in vollkommener Reinheit darzustellen.

§. 14.

Schraffirung eines schief abgeschnittenen Kegels.

Tafel VII stellt den Grundriß und Durchschnitt eines schiefen Kegels dar, dessen Grundfläche eine Ellipse ist, dessen Seitenfläche die Böschungen von 5° bis 50° enthält, und dessen Achse in einer Ebene liegt, welche die Grundfläche in der Richtung der großen Achse senkrecht durchschneidet.

Da eine jede beliebige Ellipse die Grundfläche eines solchen Kegels seyn kann, so nehme man diese als gegeben an: in einer beliebigen Entfernung ziehe man sodann parallel zur großen Achse der Ellipse eine gerade Linie, fälle auf diese von den Endpunkten der großen Achse Perpendikel und trage an die Punkte, wo die Perpendikel auf der Parallelen auffallen, die beiden Winkel auf, welche die flächste und steilste Böschung der Seitenfläche des Kegels seyn sollen. Verlängert man die

Schenkel der Winkel bis sie sich durchschneiden, so erhält man das Profil des Kegels nach der Richtung der großen Achse seiner Grundfläche.

Zieht man nun von der Spitze des Profildreieckes eine Senkrechte auf die große Achse der Ellipse, so erhält man den Punkt für die Spitze des Kegels im Grundriß.

Denkt man sich durch den Kegel in gleichen Abständen Ebenen parallel zur Grundfläche gelegt, so bilden die Durchschnittslinien mit der Grundfläche ähnliche Ellipsen, welche sich als solche im Grundriß projiciren, im Profil aber als gerade Linien erscheinen. Die Zeichnung dieser Horizontalen geschieht im Grundriß am einfachsten, indem man aus der Spitze des Kegels mehrere gerade Linien in beliebigen Abständen rechts und links der großen Achse bis an die Peripherie der Ellipse zieht, und diese Linien in so viele gleiche Theile theilt, als durch die Horizontalen die Seite oder Höhe des Profildreieckes getheilt worden ist. Durch Verbindung der correspondirenden Theilungspunkte erhält man die die Horizontalen bildenden Ellipsen im Grundrisse.

In der Vorlage sind die eigentlichen Horizontalen durch volle Linien ausgedrückt zum Unterschiede der punktirten Zwischenhorizontalen.

Weil die elliptischen Bögen (Horizontalen) im Grundrisse der Figur nicht parallel unter sich liegen, die Schraffirstriche aber immer auf denselben senkrecht stehen sollen, so müssen diese schwung- und nach Erforderniß auch keilförmig gemacht, und mit eben der Sorgfalt wie bei den vorhergegangenen Figuren neben und untereinander gereiht werden, damit die Zeichnung ebenfalls das Ansehen bekomme, als ob sie getuscht wäre.

Um die Böschungswinkel von 5° zu 5° zwischen die Horizontalen des schiefen Kegels zeichnen und die diesen Gradationen zugehörigen Stellen angeben zu können, dient der auf vorliegender Tafel befindliche Böschungsmesser.

Will man z. B. wissen, wo zwischen den beiden ersten Horizontalen eine Böschung von 10° statt finde, so errichte man aus dem Punkte a des Böschungsmessers eine Senkrechte ab, trage auf sie den Höhenunterschied ac der ersten Horizontalen über die Grundlinie aus dem Profildreiecke, und ziehe die Linie cd parallel zu af. Nun fasse man die Entfernung von c bis zum Durchschnittspunkte der Linie cd mit der Theilungslinie des Maßstabes für 10° nemlich cn in den Zirkel, und suche zwischen den beiden ersten Horizontalen im Grundrisse des Kegels den Abstand, welcher der Zirkelöffnung entspricht, so ist der Ort bestimmt, wo eine Neigung von 10 Grad statt findet, und wo man den Böschungswinkel notirt, um hienach bei der Schraffirung das jeder Böschung zukommende Strichverhältniß anwenden zu können.

Das Verfahren zur Bestimmung der Böschungswinkel zwischen den übrigen Horizontalen bleibt ganz das nämliche.

Mit der Kenntniß und Fertigkeit, diese hier angegebenen stereographischen Körper in der Schraffirung nach ihren Böschungsverhältnissen vollkommen richtig und rein darstellen zu können, schließen sich die eigentlichen Vorübungen des Berg-Zeichnungs-Unterrichts.

Hat der Schüler eine genügsame Fertigkeit hierin erlangt, weiß er die Schraffirstriche nach dem Grade der Böschungen und nach der Richtung der Neigungslinien richtig anzuwenden und reine, gerade oder geschwungene, gleich breite oder keil-

förmige Striche gehörig darzustellen, so gehe er zur Zeichnung einzelner Terrainpartien über und beginne mit jenen in größerem Maßstabe, wie folgt.

III. Zeichnung einzelner Terrainpartien und größerer Landstrecken.

§. 15.

Darstellung einer Terrainpartie im Maßstabe von 1 : 5000.

Die Tafel VIII stellt eine von mehreren Schluchten durchschnittene im Maßverhältnisse von 1 : 5000 der natürlichen Größe gezeichnete Thalwand vor, an deren Formen sich zeigt, wie die Schraffirstriche auf den gewölbten und ausgehöhlten Flächen zu legen sind, wie sie sich auf dem Rücken scheiteln, in den Mulden anneigen und in den Schluchten unter sich selbst ergebenden Winkeln abstoßen sollen, um dem Grundsatze zu genügen, daß sie stets auf die Horizontalen senkrecht gestellt, und die ihnen zukommenden Böschungsverhältnisse eingehalten werden. Zur Erleichterung des Nachzeichnens sind in dieser Partie die Horizontalen mit fein punktirten Linien angegeben, welche der Schüler mittels Graspapier oder mittelst eines Quadratnetzes auf sein zur Zeichnung bestimmtes Papier übertragen wird, um die nöthigen Anhaltspunkte zu erhalten.

§. 16.

Darstellung einer Terrainpartie im Maßstabe von 1 : 10,000.

Tafel IX enthält eine Bergpartie im Maßstabe von 1 : 10,000 der natürlichen Größe, welche einem bedeutend durchschnittenen Boden entnommen ist, und viele Mannigfaltigkeit in den Formen und Böschungen darbietet. Da hier die Horizontalen durch keine besondere Linien angezeigt sind, so wird sich der Anfänger veranlaßt finden, eine so große Anzahl derselben mit Bleistift zu bezeichnen, als ihm zum Nachzeichnen nothwendig erscheinen, dabei sich erinnernd, daß die Horizontalen jederzeit die Schraffirstriche senkrecht durchschneiden müssen.

§. 17.

Darstellung größerer Landstrecken im Maßstabe von 1 : 25,000, von 1 : 50,000 und von 1 : 160,000.

Die Tafeln X, XI und XII entfalten Abbildungen von einzelnen Landstrecken in den Maßverhältnissen von 1 : 25,000, von 1 : 50,000 und von 1 : 160,000 der natürlichen Größe und ausser der Darstellung der Unebenheiten auch die Bezeichnung der Flüsse, Strassen, Wege, Ortschaften, Waldungen, Felder und Wiesen nebst zugehörigen Schriftarten, so wie dieselben bei Aufnahmen und Ausführung von topographischen oder geographischen Karten in Anwendung gebracht werden.

Es ist aus diesen Tafeln von selbst ersichtlich, wie die Schraffirstriche mit der Verkleinerung des Maßstabes allmählig

Elementar-Unterricht

im

Berg-Zeichnen

für die

Unteroffiziers-Schulen der k. b. Armee.

Die vorliegenden Blätter sind bestimmt als Vorlagen bey dem Elementar-Unterrichte in der Berg-Zeichnung bey den Regimentern und Abtheilungen des Bayerischen Heeres zu dienen, den Lehrern in den Militär-Zeichnungsschulen bey dem im Sinne des Lehmann'schen Bergzeichnungs-Systems, welches den für die Ausführung dienstlicher Terrain-Zeichnungen demnächst erscheinenden Vorschriften zum Grunde gelegt ist, zu ertheilenden Unterrichte einen Leitfaden, — den Schülern selbst aber, so wie den der höhern militärischen Ausbildung überhaupt sich widmenden Individuen ein Mittel an die Hand zu geben, sich die richtigen Ansichten und die erforderliche

Grundlage eigen zu machen, und dadurch die für dienstliche Zwecke so höchst nothwendige Gleichförmigkeit der Behandlung dieses Gegenstandes in dem Heere zu erzielen.

Zur Erleichterung des Selbststudiums und zur weitern Beförderung des angedeuteten Zweckes sind diesen Vorlagen in der hier folgenden Abhandlung die nothwendigsten Erklärungen und Anweisungen beygegeben, so daß beide zusammen die Hauptgrundsätze und das Wesentlichste der Theorie des ganzen Bergzeichnungs-Systems in gedrängter Kürze zusammenfassen.

Es ist hier nur die Darstellung der Terrain-Unebenheiten abgehandelt als desjenigen Theiles der Situationszeichnung, dessen Erlernung und Vervollkommnung mit den meisten Schwierigkeiten verbunden ist. Die hiezu gewählten beygegebenen Zeichnungsblätter (Uebungs-Arbeiten von den Kupferstecher-Eleven des topographischen Büreaus) sind zum Theile Nachbildungen von den in dem Lehmann'schen Werke enthaltenen Kupfertafeln und werden genügen dem angehenden Bergzeichner eine klare und vollständige Erkenntniß des ganzen Verfahrens nebst seiner wissenschaftlichen Grundlage beyzubringen. Hat derselbe diese sich eigen gemacht, und hat er die erforderliche Fertigkeit erworben diese Blätter rein und richtig in gleichem und verändertem Maßstabe nachzeichnen zu können, dann wird er auch im Stande seyn jedes größere Werk über diesen Gegenstand zu begreifen und sich für weitere Verwendbarkeit auszubilden.

I. Erklärungen und Grundsätze.

§. 1.

Grundriß — Aufriß — Profil.

Bei der Darstellung der Unebenheiten des Terrains auf einer ebenen Fläche, wie z. B. jene des Papiers, ist angenommen, daß das Auge des Zeichners sich stets in perpendiculärer Richtung über den einzelnen Punkten des darzustellenden Gegenstandes befinde; diese werden also auch in der Zeichnung so dargestellt, wie sie in der Ansicht von Oben sich zeigen.

In dieser Ansicht fallen nur die horizontalen Ausdehnungen — Maße und Winkel — unmittelbar in's Auge, und auch nur diese können im verkleinerten Verhältniße auf dem Papier genau so wieder gegeben werden. Dieses geschieht durch die geometrische Aufnahme (Vermessung), und man erhält durch dieselbe eine orthographische horizontale Projection oder den Grundriß der einzelnen Terrain-Gegenstände.

Unebenheiten des Terrains können also auch nur der Figur und dem Raume nach, welche sie auf einer horizontalen Ebene einnehmen, nämlich im Grundrisse angezeigt, ihre Ausdehnung in die Höhe oder Tiefe (Vertical-Ausdehnung) aber muß auf der ebenen Zeichnungsfläche durch conventionelle Bezeichnung ausgedrückt werden, wobei jeder Punkt der erhöhten oder vertieften Oberfläche des Gegenstandes auf der horizontalen Ebene diejenige Stelle einnimmt, welche durch eine von ihm auf diese Ebene gedachte Verticale angegeben wird. Es können hier also die Vertical-Entfernungen nicht so wie beym Grundrisse die Horizontal-Entfernungen unmittelbar in der

Zeichnung dargestellt und von dieser abgenommen werden, sondern es kann dieses nur mittelbar geschehen.

Wird die orthographische Projection eines solchen Gegenstandes in horizontaler Ansicht auf eine verticale Ebene ausgeführt, so erhält man eine Vertical-Projection oder einen Aufriß dieses Gegenstandes.

Denkt man sich endlich einen Körper nach irgend einer Richtung von einer Vertical-Ebene durchschnitten, so stellt sich auf dieser die Durchschnittsfläche des Gegenstandes mit ihrer äussern Begränzungslinie dar; diese Fläche wird das Profil, und ihre Begrenzung oder die Durchschnittslinie der Ebene mit der Oberfläche die Profil-Linie dieses Körpers nach der Richtung des Durchschnittes genannt.

§. 2.

Linien, Winkel und Flächen im Grundriß und Profil.

Wenn eine schiefe Ebene A B (Fig. 1) von einer horizontalen C D durchschnitten wird und man errichtet aus einem beliebigen Punkte a der Durchschnittslinie A F rechtwinkelig auf diese die Linien a b in der schiefen und a c in der horizontalen Ebene und fällt aus einem beliebigen Punkte d der Linie a b eine Perpendiculäre auf die Ebene C D, so wird dieselbe auf die Linie a c treffen; dieses geschehe in dem Punkte f, so entsteht zwischen den beiden Ebenen das Dreyeck d a f und es heißt nun in demselben:

1) Die Linie a d die Neigungslinie der schiefen Ebene,
2) die Linie a f (Horizontal-Projection der Neigungslinie a d) die Anlage der Böschung,

3) die Linie d f der Verticalabstand zwischen den Punkten d und f,
4) der Winkel d a f, welchen die Neigungslinie mit der Anlage der Böschung bildet, der Neigungs- oder Böschungswinkel der schiefen Ebene A B, und
5) das Dreyeck d a f selbst, Neigungs-Dreyeck dieser nämlichen schiefen Ebene A B.

Stellt nun (Fig. 2) das Profil eines Berges nach der Linie a′ b′ des Grundrisses (Fig. 3) vor, so nennt man die horizontale Ebene, worauf derselbe steht, seine Grundfläche; die Begränzungslinie, welche die Grundfläche mit den Seitenflächen des Berges bildet, den Fuß desselben, a′ c′ b′ d′ (Fig. 3); die von der Kuppe oder Spitze des Berges auf seine Grundfläche gedachte senkrechte Linie c m (Fig. 2) nämlich den Verticalabstand der Spitze, dessen Höhe, und die Entfernungen m a, m b . . . . ꝛc. dieser Senkrechten von dem Fuße des Berges seine Anlagen, welche nach jeder Richtung des Durchschnittes unter sich verschieden seyn können.

Die Bergseiten bilden sehr selten gerade sondern größtentheils gewölbte oder eingebogene Flächen mit häufig wechselnden Böschungen. Aus diesem Grunde sind auch die Neigungslinien der Berge sehr selten gerade sondern meistens krumme Linien.

Um einen Berg in seinen mannigfachen Formen bildlich darzustellen, und seine Böschungswinkel leicht zu messen, denkt man sich ihn von parallel über einander gelegten horizontalen Ebenen durchschnitten. Die Genauigkeit mit welcher ein Berg gemessen und gezeichnet werden soll, bestimmt die Entfernungen dieser Durchschnitts-Ebenen unter sich. Je größer der

Maßstab ist, in welchem ein Plan gezeichnet wird, desto mehr müssen auf ihm die Einzelnheiten der Bergformen dargestellt, und deßwegen eine um so größere Anzahl solcher Durchschnittts-Ebenen gelegt werden. Hierdurch wird der ganze Berg gleichsam in Gürtel abgetheilt, deren Oberflächen oder Neigungsflächen als Flächen mit einfacher Krümmung *) betrachtet werden können.

Im Profil (Fig. 2) stellen sich diese horizontalen Durchschnitts-Ebenen als Parallel-Linien n o, p q und r s und im Grundriß (Fig. 3) als krumme in sich selbst wieder zurückkehrende Linien dar, welche um so weiter sich von einander entfernen je flacher die Böschung, und um so mehr sich einander nähern je steiler dieselbe ist.

Man nennt die Linien am Durchschnitte der Horizontal-Ebenen mit den Bergseitenflächen gewöhnlich nur Horizontalen. Sind die Vertical-Abstände der Horizontalen unter sich gleich, so werden erstere Aequidistanzen benannt.

Die Geometrie lehrt wie die Horizontalen durch Nivellement auf dem Terrain bestimmt und in den Grundriß gelegt werden.

§. 3.

Mittel zur Bezeichnung geneigter Flächen; — Schraffirstriche.

Die Beleuchtung eines Gegenstandes hat auf die Erkenntniß desselben einen sehr wesentlichen Einfluß und namentlich

*) Flächen mit einfacher Krümmung sind bekanntlich solche, auf welchen nach irgend einer Richtung eine gerade Linie gezogen werden kann, wie z. B. die Oberfläche eines Cylinders, eines Kegels.

die Wirkung, daß die verschieden geneigten Flächen desselben heller oder dunkler hervortreten, je nachdem die Lichtstrahlen senkrecht oder mehr oder weniger schief auf selbe auffallen. Fällt das Licht überhaupt aus einer schiefen Richtung unter irgend einem Winkel auf einen solchen Körper, so wird die ihm gerade zugekehrte Seite vollkommen die entgegengesetzte aber gar nicht beleuchtet seyn und also im vollkommenen Schatten sich befinden; fällt dagegen das Licht in verticaler Richtung auf einen Körper, so ist die Beleuchtung ganz gleichförmig über ihn verbreitet, und denkt man sich denselben aus horizontalen und schiefen Flächen zusammengesetzt, so werden erstere in vollkommenem Lichte erscheinen, während letztere um so mehr an Licht verlieren, je weniger sie ihre Fläche demselben zukehren, je weniger Lichtstrahlen also darauf fallen können, d. h. je größer der Neigungswinkel dieser schiefen Flächen ist.

Dieses auf die Bezeichnung mit Farben angewandt, müßte also eine horizontale, der vollen Wirkung der verticalen Beleuchtung ausgesetzte Fläche im hellsten Farbentone nämlich weiß, eine vertical aufrechtstehende Fläche hingegen, welche gar kein Licht empfängt im dunkelsten Farbentone nämlich gänzlich schwarz ausgedrückt werden. Zwischen vollkommen weiß und vollkommen schwarz sind aber eben so viele Abstufungen des Farbentones oder Mischungen von Weiß und Schwarz möglich, als Neigungs-Abstufungen zwischen der horizontalen und verticalen Richtung oder zwischen 0° und 90° Böschung einer Fläche möglich sind. Hierin ist sonach ein Mittel gegeben durch ein einfaches richtiges Verhältniß des Farbentones auch das Verhältniß der Neigung einer Fläche

ausdrücken zu können, und aus diesem Grunde ist bei der Berg-Zeichnung auch die verticale Beleuchtung angenommen, nämlich: jene, wobei die Lichtstrahlen stets vertical und unter sich parallel auf jeden Punkt der Horizontal- oder Grundriß-Ebene auffallend gedacht werden, ebenso, wie die verticale Ansicht angenommen worden ist, um den Körper nach allen Richtungen seiner Ausdehnung vollkommen übersehen, beurtheilen und messen zu können.

Das Ton- oder Mischungs-Verhältniß der Farbe von vollkommenem Weiß bis zu vollkommenem Schwarz läßt sich in der Federzeichnung, ohne sich dieser Farben-Abstufungen selbst bedienen zu müssen, sehr glücklich nachahmen durch (vollkommen schwarze) Striche, welche man feiner oder stärker nur in größeren oder kleineren Zwischenräumen neben einander zu reihen braucht um eine hellere oder dunklere Tonart zu erhalten, und man kann auf diese Art also auch sehr leicht ein durch Zahlen auszudrückendes Verhältniß zwischen der jedesmaligen Breite der schwarzen Striche und ihren weißen Zwischenräumen nämlich des dunkeln zum hellen Tone ermitteln, wodurch jede Böschung von 0° bis zu 90° bestimmt angegeben werden kann. Diese Bezeichnungsart der Böschungen ist in der Berg-Zeichnung nun auch wirklich angenommen, und man nennt diese zur Ausführung dienenden Zeichnungsstriche S c h r a f-f i r s t r i c h e, so wie das Zeichnen mit selben S c h r a f f i r e n.

Ist es auf diese Weise gleichwohl möglich jede Böschung von 0° bis zu 90° eben so genau in der Zeichnung ausdrücken zu können, als genau man selbe zu messen im Stande ist, so würde dieses in der Wirklichkeit doch nicht wohl ausführbar seyn, sondern würde für den Gebrauch, zu welchem

Terrain-Zeichnungen in größerer Ausdehnung angefertigt werden, namentlich für topographische Karten auch den entsprechenden Nutzen nicht gewähren, und weil Bergflächen über 60° Böschung als für Jedermann und insbesondere für militärische Zwecke unzugänglich erscheinen, so findet man es genügend nur die Böschung von 0° bis zu 60° in diesem Tonverhältnisse auszudrücken, erstere also mit vollem Weiß und letztere bis zu 90° mit vollem Schwarz zu bezeichnen. Auch hat man es im Allgemeinen jedem Zwecke hinlänglich entsprechend befunden, die Abstufungen der Böschungen nicht von Grad zu Grad sondern nur von 5° zu 5°, von 6° zu 6° oder selbst von 10° zu 10° anzugeben.

§. 4.

Verhältniß der Breiten der Schraffirstriche zu ihren Zwischenräumen.

Um das Verhältniß zu bestimmen, welches zwischen der Breite des schwarzen Striches und der Breite des weißen Nebenraumes statt finden soll, konnte nunmehr das auf einem Annäherungsverhältnisse beruhende Gesetz angenommen werden:

> daß sich die Breite des schwarzen Striches zu seinem weißen Nebenraume verhalten soll wie der zu bezeichnende Böschungswinkel zu seinem Ergänzungswinkel auf 60°.

Z. B. der Böschungswinkel von 5° hat 55° zum Complement auf 60°, folglich trifft zur Bezeichnung des Böschungswinkels von 5° für die Breite des schwarzen Striches 1 Theil und für den weißen Nebenraum 11 Theile.

Nach diesem einfachen Gesetze ist es daher leicht für jeden

beliebigen Böschungswinkel das zugehörige Strichverhältniß auszumitteln und nach diesem eine Zeichnung auszuführen.

Es lassen sich aber auch nach demselben eben so leicht aus den Strichverhältnissen eines schon gezeichneten Planes die zugehörigen Böschungswinkel finden.

Es sey nämlich:

S = der Breite des schwarzen Striches,

W = dem weißen Nebenraume,

B^0 = dem Böschungswinkel,

C^0 = dem Complement-Winkel auf 60^0, so ist das Gesetz durch folgende Proportion ausgedrückt.

$$S : W = B^0 : C^0$$

daher: $(S + W) : S = (B^0 + C^0) : B^0$, woraus

$$B^0 = \frac{S\,(B^0 + C^0)}{S + W} \text{ und weil } B^0 + C^0 = 60^0$$

$$B^0 = \frac{S\,.\,60^0}{S + W}.$$

Z. B. Es sey das Verhältniß des schwarzen Striches zu seinem Nebenraume wie 2 : 1 geschätzt worden, so ist $S = 2$ und $W = 1$.

Diese Werthe substituirt, wird $B^0 = \frac{2\,.\,60}{2 + 1} = 40$, der Böschungswinkel für die gegebene Verhältnißzahl.

Dieses Verhältniß der schwarzen Striche zu ihren weißen Nebenräumen wird das Mengungs-Verhältniß genannt.

§. 5.

Lage der Schraffirstriche.

Die Schraffirstriche, deren man sich zur Bezeichnung der Terrain-Unebenheiten bedient, müssen eine feste bestimmte

Richtung erhalten und stets nach dem Ablaufe des Wassers oder nach der Richtung gezeichnet werden, nach welcher ein schwerer Körper von einer schiefen Fläche abrollt. Dieses geschieht aber immer auf dem kürzesten Wege mithin unter einem rechten Winkel auf die Horizontalen, welche durch die schiefe Fläche gelegt sind, oder durch sie gelegt gedacht werden können. Hieraus folgt:

1) daß die Schraffirstriche stets unter rechten Winkeln auf die Horizontalen zu legen sind, und also auch daß die Horizontalen rechtwinkelig durch die Neigungslinien gehen;
2) daß durch die Schraffirstriche zugleich die Richtung der Neigungslinien wirklich gegeben ist, und also
3) daß beide, Horizontalen und Schraffirstriche (Neigungslinien) ihre Lage gegenseitig bestimmen.

§. 6.

Form der Schraffirstriche.

Diese hier aufgestellten Grundsätze hinsichtlich des Verhältnisses der Schraffirstriche zu ihren weißen Nebenräumen und ihrer rechtwinkeligen Richtung auf die Horizontalen führen nun zunächst zu der Augenscheinlichkeit, daß man auch verschiedene Formen dieser Schraffirstriche in Anwendung bringen müsse, um durch sie alle die verschiedenen Formen ausdrücken zu können, unter welchen Bergabhänge in der Natur erscheinen.

Betrachtet man zuerst die einfachste dieser Bergseitenformen nämlich die Form einer geraden schiefen Fläche, unter welcher z. B. eine gerade fortlaufende Bergwand sich darstellt, so bilden

hier auch die Horizontalen lauter gerade und unter sich in gleichen Abständen fortlaufende Linien. Da nun die Schraffirstriche rechtwinkelig von der obern Horizontalen ausgehen und ebenso auf die untere Horizontale auftreffen sollen, das Mengungsverhältniß von Schwarz und Weiß aber bei stetiger Böschung unverändert bleiben muß, so kann der Schraffirstrich in diesem Falle keine andere Form erhalten als die eines länglichen Rechteckes, denn jede andere Form (es müßten denn künstlich geschlängelte Striche angewendet werden wollen, welche aber für diesen Zweck sehr unpassend wären) würde die eine oder die andere der obigen Bedingungen unerfüllt lassen. Diese Form bietet überdieß den Vortheil, daß sie am leichtesten zu zeichnen und in ihren Verhältnissen durch blossen Anblick zu schätzen ist, und kann daher als die Grundform der Schraffirstriche betrachtet werden.

Bildet aber der Bergabhang eine gewölbte oder eingebogene Fläche, und sollen die Schraffirstriche doch noch eine zweckmässige Länge erhalten und nicht gar zu kurz gemacht werden, so wird die Abweichung derselben und ihrer weißen Zwischenräume von der Gestalt eines Rechteckes ziemlich merklich und auch die Mischung von schwarz und weiß in der Nähe der untern Horizontale eine ganz andere seyn als an der obern, oder umgekehrt. Weil aber bey einerlei Neigung das Mengungsverhältniß von schwarz und weiß unverändert bleiben muß, so müssen auch dort, wo die weißen Zwischenräume verhältnißmäßig zu groß werden würden, die Schraffirstriche die Rechtecksform verlassen, und eben so keilförmig werden wie die weißen Zwischenräume.

Bei Zeichnung des Kegels mit steter und eingebogener

Böschung und beim Kugelabschnitt, so wie überhaupt immer da, wo nicht stetig geböschte Bergflächen zu zeichnen sind, ergibt sich die Nothwendigkeit die keilförmigen Striche in Anwendung zu bringen.

So wie in der Natur ein größtentheils fast unmerklicher und oft nur schwer zu bestimmender Uebergang von einer Böschung in die andere stattfindet, ebenso muß in der Zeichnung in diesem Falle ein fast unmerklicher Uebergang von einem Mengungsverhältniß zum andern durch ein allmähliges Schmäler- oder Breiterwerden der Striche erzeugt werden.

Als Regel wird festgesetzt:

1) Die Schraffirstriche müssen beim Ansatze ebenso stark gemacht werden, wie die Striche der obern Lage enden, und so zu- oder abnehmen, daß in der nächsten Reihe die Beleuchtung oder Schwärze herauskomme, in welcher die nächstfolgende Strichlage beginnen soll.

2) Wo der Abfall unmerklich beginnt oder aufhört, müssen auch die Schraffirstriche in der ersten Lage kaum sichtbar anfangen und in der letzten kaum sichtbar aufhören.

3) Wo eine Bergseite mit einer scharfen Kante beginnt, oder auf ihr eine solche vorkömmt, müssen die Striche in der vollen Schwärze der Böschung, die sie ausdrücken sollen, angesetzt werden und wenn die Bergseite steil einfallend endet, auch die Schraffirstriche in voller Schwärze ihres Böschungswinkels enden.

4) Sind die Horizontalen nicht parallel, so kann dem Gesetze, daß die Schraffirstriche rechtwinkelig auf denselben stehen sollen, durch einen geradlinigen Schraffirstrich nicht entsprochen werden; er muß daher zwischen

beiden in der Art eine gleichmäßig gekrümmte Form erhalten, daß er von der obern Horizontale rechtwinkelig ausgehe, auf die untere rechtwinkelig ende und alle möglichen Zwischen-Horizontalen rechtwinkelig durchschneide. — Hiedurch ensteht der gekrümmte oder Schwungstrich.

Es gibt also für die Schraffirstriche dreierlei Hauptformen:

1) rechteckig gerade,
2) keilförmig oben schmale und unten breite oder umgekehrt,
3) gekrümmte oder Schwungstriche, die entweder gleiche Breite oder eine den Keilstrichen sich nähernde Form haben.

§. 7.

Breite und Länge der Schraffirstriche.

Für die Bezeichnungen der Böschungen ist es gleichgültig, welche Breite und Länge man dem Schraffirstriche gibt, wenn nur immer sein gehöriges Verhältniß zum weißen Nebenraume beobachtet wird. Beide richten sich jedoch nach dem Maße und Detail, in welchem ein Grundriß gezeichnet werden soll, weil es natürlich ist, daß bei einer Zeichnung im größeren Maßstabe die Striche breiter und länger, im kleineren aber wegen der Deutlichkeit der übrigen Detailbezeichnungen schmäler und kürzer gemacht werden müssen.

II. Vorübungen.

§. 8.

Vorschriften zu den Vorübungen für den angehenden Bergzeichner.

Die angegebenen Stricharten in beliebiger Länge und Breite, in vollkommenster Reinheit und mit ganz sicherer Hand zeichnen zu können, ist für den Bergzeichner unumgänglich nothwendig, für den Anfänger aber die größte Schwierigkeit. Ehe dieser daher zu einer andern Zeichnung übergeht, soll er sich mit aller Aufmerksamkeit und aller Beharrlichkeit bestreben die einzelnen Striche vom feinsten bis zum stärksten mit möglichster Vollkommenheit rein und sicher machen zu lernen. Findet er bei Zeichnung der einzelnen Striche keine Schwierigkeit mehr, und hat die Hand die gehörige Sicherheit erlangt, dann stelle er einzelne Partien von gleicher Länge, Breite und gleichen Zwischenräumen zusammen, um nach und nach die Schraffirungs-Verhältnisse für die verschiedenen Gradationen richtig ausdrücken zu können und das Auge an schnelle und genaue Erkennung derselben zu gewöhnen.

Im Allgemeinen hat der Schüler bei diesen Vorübungen folgende Regeln zu beobachten:

1) die Striche sollen so lang gemacht werden, als es die Geschicklichkeit der Hand erlaubt;

2) dieselben müssen immer rechtwinkelig auf die Horizontalen gestellt werden, es mögen diese gerade oder gekrümmt, parallel oder nicht parallel vorgezeichnet seyn.

3) Das richtige Verhältniß der Breite des Schraffir-

striches zum weißen Nebenraume muß streng beachtet werden.

4) Man darf sich nicht mit einer Reihe Striche für eine Gradation begnügen, sondern es sollen mehrere Reihen ohne Zwischenraum untereinander gesetzt und dabei berücksichtigt werden, daß die zusammenstoßenden Striche keine sichtbaren Absätze bilden, keine weißen Zwischenräume lassen und nicht ineinandergreifen.

5) Die Schraffirstriche sollen immer von oben nach unten und stets die links stehenden vor den rechts stehenden vollkommen rein mit einem Federzug gezeichnet werden.

6) Der Schüler darf sich bei diesen Vorübungen nur scharfgeschnittener guter Gänsefedern und vollkommen schwarz angeriebener Tusche bedienen. Erst später, wenn die Hand hinreichende Uebung und Sicherheit sich eigen gemacht hat, und bei Zeichnungen in kleinen Maßstäben, wo sehr feine Striche gezeichnet werden müssen, kann ihm der Gebrauch der Rabenfedern oder des elastischen Pinsels gestattet werden.

7) Der Schüler soll so lange bei diesen Uebungen verweilen, bis er im Darstellen der Strich- und Zwischenraumsverhältnisse keine Schwierigkeiten mehr findet und dann erst zur Zeichnung des Böschungsmaßstabes übergehen.

§. 9.

Erklärung der Böschungsmaßstäbe, und Construktion derselben.

Wenn sich der angehende Bergzeichner nach dem vorigen

Paragraphen die erforderliche Sicherheit des Auges und der Hand im Zeichnen der Schraffirstriche und Schätzung ihrer Zwischenraumsverhältnisse vollkommen angeeignet hat, so beginne derselbe die Zeichnung verschiedener Böschungsmaßstäbe, wodurch er sich an den Ausdruck der wechselnden Tonverhältnisse gewöhnt. Er gehe bei Construction derselben allmählig vom größeren Maße, wobei er sich des Zirkels, der Reißfeder und des Lineals bedienen darf, zum kleineren über, bis es der freien Hand gelingt, die Schraffirung der verschiedenen Gradationen ohne diese Hülfsmittel ausführen zu können.

Tafel II enthält zwei Böschungsmaßstäbe. Bei dem Ersten ist angenommen, daß eine horizontale Fläche mit vollkommenem Weiß und eine mit 60° und darüber abgeböschte, als ganz unzugänglich angesehen mit vollkommenem Schwarz bezeichnet werde.

Sieben verschiedene Verhältnisse des Schwarzen zum Weissen bezeichnen die Böschungen von 5° und sodann von 10° zu 10°.

Der Böschungsmaßstab ist in drei Querreihen getheilt, wovon die obere durch deutliche Construction die Verhältniße der schwarzen Striche zu den weißen Nebenräumen für das noch ungeübte Auge leichter erkennen läßt. In den beiden folgenden Querreihen sind die Theile in gleichen Verhältnissen so verkleinert dargestellt, wie es die Anwendung auf die Situationszeichnung im Grundriß erfordert.

Oberhalb der ersten Querreihe sind die Verhältnißzahlen für die Böschungen angeschrieben und so zu verstehen, daß z. B. für eine Böschung von 10° der weiße Raum fünfmal, bey

20° zweimal, bey 30° eben so groß als die Breite des schwarzen Striches ist, u. s. w.

Die große Bequemlichkeit, welche durch diese einfachen Verhältnißzahlen sich ergibt, um irgend eine Böschung nach derselben zu bezeichnen, ist für sich klar, und bedarf keiner weitern Erklärung.

Die unter dem Böschungsmaßstabe konstruirten Dreiecke enthalten die Böschungs- und die ihnen zukommenden Complementswinkel auf 60°, erstere schraffirt, sind mit den Zahlen 5°, 10°, 20°, 30°, 40°, 50°, 60° und letztere mit 55°, 50°, 40°, 30°, 20°, 10° bezeichnet.

Ein zweiter Böschungsmaßstab ist unter dem ersten angebracht, welcher 12 Gradationen von 5° zu 5° enthält, um erforderlichen Falles die Böschungswinkel genauer zu bezeichnen.

Beide haben die Bestimmung bei Militär-Zeichnungen in der bayerischen Armee angewendet zu werden.

Bei gehöriger Betrachtung des Böschungsmaßstabes und Anwendung des im §. 4 aufgestellten Gesetzes kann es nicht schwer fallen, irgend einen Böschungsmaßstab von beliebig angenommenen Gradationen zu entwerfen.

Z. B. Es soll die im topographischen Büreau eingeführte Scala construirt werden, bei welcher horizontale Flächen mit vollem Weiß und jene mit und über 60° mit vollem Schwarz bezeichnet und die Gradationen von 6° zu 6° angenommen sind.

Man theile einen beliebigen Raum in so viel gleich große Abtheilungen als Gradationen auszudrücken sind; hier zehn. Jede dieser Abtheilungen wird abermals in 10 gleiche Theile getheilt, und von diesen sodann so viele für den schwarzen Strich genommen als die Verhältnißzahl für die auszudrückende

Böschung angibt. Der übrigbleibende Rest gehört für den weißen Nebenraum; z. B. zu dem Böschungswinkel von 6° gehört das Strichverhältniß 6 : 54 = 1 : 9; für den schwarzen Strich muß also ein Theil genommen und für den weissen Nebenraum 9 Theile belassen werden u. s. w. —

§. 10.

Schraffirung einer ungleichseitigen Pyramide und Construction eines Profils derselben.

Durch eine vollkommene Ausführung der Böschungsmaßstäbe wird der Schüler nunmehr diejenigen Begriffe von der Darstellungsweise der verschiedenen Böschungen und zugleich diejenige Fertigkeit erlangt haben, um die Schraffirung nach jedem Böschungs-Verhältniße in gleichförmiger Weise anwenden und ausführen zu können. Er gehe nun zur Zeichnung derjenigen stereographischen Körper über, aus deren Bestandtheilen die Formen fast aller in der Natur vorkommenden Terrain-Erhabenheiten zusammen gesetzt sind.

Auf Tafel **III** ist die Horizontalprojection einer neunseitigen Pyramide dargestellt, deren Seitenflächen unter verschiedenen Böschungswinkeln gegen den Horizont geneigt sind.

In Figur **1** sind die Böschungswinkel auf den Flächen der Pyramide und an ihrem Fuße die denselben zukommenden Verhältnißzahlen für die Schraffirstriche eingeschrieben, nach welchen Figur **2** ausgeführt ist.

Die Pyramide ist von sieben gleich hoch über einander gelegten Horizontalen in acht Schichten zerlegt, welche auf den Flächen punktirt angezeigt sind. Die Horizontalen erscheinen als gerade in sich zurückgehende Linien, weil die Seiten der

Pyramide ebenfalls gerade Flächen sind, und liegen um so näher beisammen je steiler die Böschungen werden. Es müssen also nach den §§ 5 und 6 die Schraffirstriche gerade Rechtecke seyn und unter Beobachtung des dem Böschungswinkel entsprechenden Verhältnisses senkrecht auf die Horizontalen gestellt werden.

Es ist bei Schraffirung der Pyramide am zweckmässigsten mit der Seitenfläche von der schwächsten Böschung zu beginnen diese zu vollenden und dann zu denjenigen allmählig überzugehen, welche steiler abgeböscht sind.

Figur 3 stellt einen Durchschnitt der Pyramide nach der Linie A B Figur 1 dar, und zeigt wie hoch die Punkte a, b, c, d, e, f und g der von einer Vertical = Ebene durchschnittenen Kanten über der Grundfläche der Pyramiden liegen. Die Zeichnung dieses Durchschnittes geschieht auf folgende Art:

Die horizontale Entfernung der Punkte a′, b′, c′, d′, e′, f′, g′ und h′ auf der Linie A′ B′, welche mit A B Figur 1 parallel zu ziehen ist, erhält man durch Fällung der Perpendikel aa′, bb′, cc′ u. s. w. und ihre Höhen, wenn man z. B. von dem Punkte b auf die Grundlinie der mit 6° geneigten Fläche eine senkrechte b m zieht, diese in den Zirkel faßt und auf einem nach der Gradation des Böschung = Maßstabes leicht sich zu entwerfenden Böschungsmesser, Tafel 1 Fig. 4 von A nach q trägt, hier einen Perpendikel errichtet, und ihn so weit verlängert bis er die mit 6° bezeichnete Linie in p durchschneidet; p q zeigt nun die Höhe des Punktes b über der Grundfläche der Pyramide und kann auf der Linie A′ B′ in b′ aufgetragen werden.

Auf gleiche Weise ergeben sich die Höhen für die übrigen Punkte, wenn man nur das Maß der Perpendikel gehörig an die Linie A B des Böschungsmessers überträgt, und die dort zu errichtende Senkrechte bis an jene Theilungslinie zieht, welche dem Böschungswinkel der Seitenfläche entspricht.

Bei Bestimmung der Höhe der Pyramide z. B. ziehe man x y (Neigungslinie) senkrecht auf die Grundlinie der mit 24° geböschten Seitenfläche, trage das Maß von x y auf den Böschungsmesser von A nach w, errichte dort den Perpendikel w v bis zu dem mit 24° bezeichneten Theilungsstrich, so ist w v die Höhe der Pyramide.

Dieselbe Höhe würde man finden, wenn man von x eine Senkrechte auf irgend eine der andern Grundlinien oder ihrer Verlängerungen zöge und dann auf gleiche Weise verführe.

Will man aus einer Zeichnung die Höhe eines Berges oder irgend eines Punktes an einer Seitenfläche desselben bestimmen, so bleibt das Verfahren das nemliche wie das oben bezeichnete, nur ist man gezwungen, wenn die Neigungslinie keine gerade sondern eine krumme Linie ist und die Böschungen auf ihr wechseln, dieselbe in mehrere Theile und besonders an jenen Stellen zu zerlegen, wo der Böschungswechsel statt findet. Aus der Summe der einzelnen Theile ergibt sich sodann die gesuchte Höhe. Daß die Böschungswinkel aus den zu schätzenden Strichverhältnissen sich ergeben, bedarf wohl kaum der Erwähnung.

§. 11.

Schraffirung eines geraden Kegels mit steter Böschung.

Auf Tafel IV ist ein Kegel mit einer steten Böschung von 30° im Durchschnitte und im Grundriß abgebildet.

Die Horizontalen, welche im Durchschnitt als gerade Parallelen sich zeigen, sind so angenommen, daß sie allmählig kleinere Abstände unter sich haben, je mehr sie sich der Spitze des Kegels nähern, weil, je näher an der Spitze nur durch kürzere Schraffirstriche das erforderliche Mengungs-Verhältniß erhalten werden kann ohne ersteren eine unmäßige dem Auge ungefällige Breite geben zu müssen. Dadurch ergibt sich, daß sie im Grundrisse, wo sie als concentrische Kreise sich projiciren, ebenfalls ungleiche Entfernungen unter sich haben, die um so größer werden, jemehr sich die Horizontalen von der Spitze des Kegels entfernen und seiner Grundfläche nähern. Derselbe Zweck kurzer Schraffirstriche bei starkgekrümmten Horizontalen wird auch erreicht, wenn man Zwischenhorizontalen legt, wie bei den folgenden Figuren zu ersehen ist.

Wie bekannt müssen die Neigungslinien auf den Horizontalen senkrecht stehen, und in einer gleichförmig abgeböschten Fläche das Schraffirungs-Verhältniß sich gleich bleiben.

Dieser Grundsatz kann bei Zeichnung vorliegender Figur nur dann eingehalten werden, wenn wie § 6 ausgeführt die Schraffirstriche eine keilförmige Gestalt bekommen und an der obern Horizontale schmäler und an der untern breiter gemacht werden.

Der Zeichner muß daher diese Striche hier in Anwen-

dung und in eine solche Haltung bringen, daß das Bild in gehöriger Gesichtsweite das Aussehen einer abgetuschten Fläche erhält.

§. 12.

Schraffirung eines geraden Kegels mit concaver oder eingebogener Seitenfläche.

Tafel V zeigt einen Kegel mit concaver oder eingebogener Seitenfläche sowohl im Durchschnitt als im Grundriß, an welchem die Gradationen von 6° zu 6° und zwar von 0° bis zu 60° vorkommen.

Durch Theilung der Profilseite in 10 gleiche Theile erhält man die Abstufungen von 6° zu 6° und durch die Projection dieser Theilungspunkte auf eine mit der Grundlinie des Durchschnittes parallele Linie im Grundrisse die Halbmesser für die Horizontalen, welche, wie beim geraden Kegel Tafel IV, concentrische Kreise bilden, an der Spitze wegen der zunehmenden Böschung näher aneinander liegen als am Fuße des Kegels, und zwischen sich die Gradationen von 0° bis 60° enthalten.

Die Konstruction des Kegelprofils, so wie der Beweis, daß an den Theilungspunkten von 6°, 12°, 18° u. s. w. wirklich die angedeuteten Neigungen statt finden, lehrt die Geometrie. Um auch diese Figur in ihren verschiedenen Böschungs-Verhältnißen so zu zeichnen, daß ein allmähliger Uebergang von einer Neigung in die andere statt findet und das Bild das Ansehen einer getuschten Fläche erhält, müssen auch hier die theilweise und abwechselnd keilförmigen Striche angewendet, senkrecht auf die Horizontalen gestellt und an ihren beiden

Enden das richtige Verhältniß zum weißen Nebenraum beobachtet werden.

Die Schraffirung dieses Kegels gibt deutlich zu erkennen, wie die durch die Böschung einerseits und die kreisförmige Gestalt der Horizontalen andererseits für die Form der Schraffirstriche gegebenen Bedingnngen sich gegenseitig neutralisiren und eine die andere beherrschen könne. So muß hier von der Spitze herab, nemlich von 60° bis ohngefähr 35° der unten breite und oben schmale Keilstrich angewendet werden, und es ist also hier die Kreisform der Horizontalen die beherrschende Bedingung; von unten hinauf von 0° bis ohngefähr 24° ist der oben breite und unten schmale Keilstrich angewandt, und es ist also hier das Böschungs-Verhältniß das beherrschende; zwischen beiden, beiläufig von 24°—36°, heben sich beide Bedingungen gegenseitig auf, und der Schraffirstrich geht von einer Keilform auf die andere mittelst der Rechtecksform über. Der Schüler hat dieses Verhältniß wohl aufzufassen, weil dasselbe in der Bergzeichnung sehr häufig zur Anwendung kommt.

§. 13.

Schraffirung eines Kugelabschnittes.

Der auf der Tafel VI abgebildete Kugelabschnitt enthält ebenfalls die Böschungsabstufungen von 6° zu 6°, von 0° anfangend bis zu 60°.

Gleich der Seite des eingebogenen Kegels ist die des Kugelabschnittes im Durchschnitt in 10 gleiche Theile getheilt, wodurch sich die Gradationen von 6° zu 6° ergeben. Durch Projection dieser Theilungspunkte auf eine mit der Grundlinie des Durchschnittes parallel laufende Linie erhält man die Halb-

messer für die concentrische Kreise bildenden Horizontalen, welche eine um so geringere Entfernung unter sich haben, je näher sie der Grundlinie liegen und je steiler die Böschung wird. In dieser Figur ist der allmählige Uebergang von der flachsten bis zur steilsten Böschung von oben nach unten ausgedrückt und die keilförmige Strichart zur Erlangung des gehörigen Schraffirungs-Verhältnißes so angewendet, daß der schmale Theil des Striches an die obere und der breite an die untere Horizontale gelegt wird.

Der Schüler muß sich bemühen die gegebenen Regeln auch hier in Anwendung zu bringen, um den Kugelabschnitt mit seiner natürlichen Abrundung in vollkommener Reinheit darzustellen.

§. 14.

Schraffirung eines schief abgeschnittenen Kegels.

Tafel VII stellt den Grundriß und Durchschnitt eines schiefen Kegels dar, dessen Grundfläche eine Ellipse ist, dessen Seitenfläche die Böschungen von 5° bis 50° enthält, und dessen Achse in einer Ebene liegt, welche die Grundfläche in der Richtung der großen Achse senkrecht durchschneidet.

Da eine jede beliebige Ellipse die Grundfläche eines solchen Kegels seyn kann, so nehme man diese als gegeben an: in einer beliebigen Entfernung ziehe man sodann parallel zur großen Achse der Ellipse eine gerade Linie, fälle auf diese von den Endpunkten der großen Achse Perpendikel und trage an die Punkte, wo die Perpendikel auf der Parallelen auffallen, die beiden Winkel auf, welche die flächste und steilste Böschung der Seitenfläche des Kegels seyn sollen. Verlängert man die

Schenkel der Winkel bis sie sich durchschneiden, so erhält man das Profil des Kegels nach der Richtung der großen Achse seiner Grundfläche.

Zieht man nun von der Spitze des Profildreieckes eine Senkrechte auf die große Achse der Ellipse, so erhält man den Punkt für die Spitze des Kegels im Grundriß.

Denkt man sich durch den Kegel in gleichen Abständen Ebenen parallel zur Grundfläche gelegt, so bilden die Durchschnittslinien mit der Grundfläche ähnliche Ellipsen, welche sich als solche im Grundriß projiciren, im Profil aber als gerade Linien erscheinen. Die Zeichnung dieser Horizontalen geschieht im Grundriß am einfachsten, indem man aus der Spitze des Kegels mehrere gerade Linien in beliebigen Abständen rechts und links der großen Achse bis an die Peripherie der Ellipse zieht, und diese Linien in so viele gleiche Theile theilt, als durch die Horizontalen die Seite oder Höhe des Profildreieckes getheilt worden ist. Durch Verbindung der correspondirenden Theilungspunkte erhält man die die Horizontalen bildenden Ellipsen im Grundrisse.

In der Vorlage sind die eigentlichen Horizontalen durch volle Linien ausgedrückt zum Unterschiede der punktirten Zwischenhorizontalen.

Weil die elliptischen Bögen (Horizontalen) im Grundrisse der Figur nicht parallel unter sich liegen, die Schraffirstriche aber immer auf denselben senkrecht stehen sollen, so müssen diese schwung- und nach Erforderniß auch keilförmig gemacht, und mit eben der Sorgfalt wie bei den vorhergegangenen Figuren neben und untereinander gereiht werden, damit die Zeichnung ebenfalls das Ansehen bekomme, als ob sie getuscht wäre.

Um die Böschungswinkel von 5° zu 5° zwischen die Horizontalen des schiefen Kegels zeichnen und die diesen Gradationen zugehörigen Stellen angeben zu können, dient der auf vorliegender Tafel befindliche Böschungsmesser.

Will man z. B. wissen, wo zwischen den beiden ersten Horizontalen eine Böschung von 10° statt finde, so errichte man aus dem Punkte a des Böschungsmessers eine Senkrechte ab, trage auf sie den Höhenunterschied ac der ersten Horizontalen über die Grundlinie aus dem Profildreiecke, und ziehe die Linie cd parallel zu af. Nun fasse man die Entfernung von c bis zum Durchschnittspunkte der Linie cd mit der Theilungslinie des Maßstabes für 10° nemlich cn in den Zirkel, und suche zwischen den beiden ersten Horizontalen im Grundrisse des Kegels den Abstand, welcher der Zirkelöffnung entspricht, so ist der Ort bestimmt, wo eine Neigung von 10 Grad statt findet, und wo man den Böschungswinkel notirt, um hienach bei der Schraffirung das jeder Böschung zukommende Strichverhältniß anwenden zu können.

Das Verfahren zur Bestimmung der Böschungswinkel zwischen den übrigen Horizontalen bleibt ganz das nämliche.

Mit der Kenntniß und Fertigkeit, diese hier angegebenen stereographischen Körper in der Schraffirung nach ihren Böschungsverhältnissen vollkommen richtig und rein darstellen zu können, schließen sich die eigentlichen Vorübungen des Berg-Zeichnungs-Unterrichts.

Hat der Schüler eine genügsame Fertigkeit hierin erlangt, weiß er die Schraffirstriche nach dem Grade der Böschungen und nach der Richtung der Neigungslinien richtig anzuwenden und reine, gerade oder geschwungene, gleich breite oder keil-

förmige Striche gehörig darzustellen, so gehe er zur Zeichnung einzelner Terrainpartien über und beginne mit jenen in größerem Maßstabe, wie folgt.

III. Zeichnung einzelner Terrainpartien und größerer Landstrecken.

§. 15.

Darstellung einer Terrainpartie im Maßstabe von 1 : 5000.

Die Tafel VIII stellt eine von mehreren Schluchten durchschnittene im Maßverhältnisse von 1 : 5000 der natürlichen Größe gezeichnete Thalwand vor, an deren Formen sich zeigt, wie die Schraffirstriche auf den gewölbten und ausgehöhlten Flächen zu legen sind, wie sie sich auf dem Rücken scheiteln, in den Mulden anneigen und in den Schluchten unter sich selbst ergebenden Winkeln abstoßen sollen, um dem Grundsatze zu genügen, daß sie stets auf die Horizontalen senkrecht gestellt, und die ihnen zukommenden Böschungsverhältnisse eingehalten werden. Zur Erleichterung des Nachzeichnens sind in dieser Partie die Horizontalen mit fein punktirten Linien angegeben, welche der Schüler mittels Graspapier oder mittelst eines Quadratnetzes auf sein zur Zeichnung bestimmtes Papier übertragen wird, um die nöthigen Anhaltspunkte zu erhalten.

§. 16.

Darstellung einer Terrainpartie im Maßstabe von 1 : 10,000.

Tafel IX enthält eine Bergpartie im Maßstabe von 1 : 10,000 der natürlichen Größe, welche einem bedeutend durchschnittenen Boden entnommen ist, und viele Mannigfaltigkeit in den Formen und Böschungen darbietet. Da hier die Horizontalen durch keine besondere Linien angezeigt sind, so wird sich der Anfänger veranlaßt finden, eine so große Anzahl derselben mit Bleistift zu bezeichnen, als ihm zum Nachzeichnen nothwendig erscheinen, dabei sich erinnernd, daß die Horizontalen jederzeit die Schraffirstriche senkrecht durchschneiden müssen.

§. 17.

Darstellung größerer Landstrecken im Maßstabe von 1 : 25,000, von 1 : 50,000 und von 1 : 160,000.

Die Tafeln X, XI und XII enthalten Abbildungen von einzelnen Landstrecken in den Maßverhältnissen von 1 : 25,000, von 1 : 50,000 und von 1 : 160,000 der natürlichen Größe und ausser der Darstellung der Unebenheiten auch die Bezeichnung der Flüsse, Strassen, Wege, Ortschaften, Waldungen, Felder und Wiesen nebst zugehörigen Schriftarten, so wie dieselben bei Aufnahmen und Ausführung von topographischen oder geographischen Karten in Anwendung gebracht werden.

Es ist aus diesen Tafeln von selbst ersichtlich, wie die Schraffirstriche mit der Verkleinerung des Maßstabes allmählig

sich verkürzen und feiner werden ohne das Mengungsverhältniß zu stören, und wie die ganze Zeichnung sohin eine zarte Haltung anzunehmen hat. Ebenso geht daraus hervor, wie in den kleineren Maßstäben nach und nach immer mehr Detail verschwindet und in größere Partien zusammenfällt, welches im größern Maßstabe noch deutlich ausgedrückt werden kann, im kleinern aber nur zu einer bis zur Unleserlichkeit werdenden Ueberladung sich anhäufen würde.

Weil sich ein Schüler nie zum fertigen und vollendeten Zeichner ausbilden kann, wenn er bei seinen Uebungen nicht von den größeren Maßverhältnißen zu den kleineren übergeht, so darf derselbe auch nicht früher sich mit der einen oder der andern der hier bezeichneten Tafeln beschäftigen, als bis er sich durch ganz reine, vollkommen richtige Zeichnung der vorausgehenden ein scharfes Augenmaß und eine ganz sichere Hand erworben hat. Beides ist nothwendig, um bei Terrainzeichnungen in kleinen Mäßstäben die Schraffirstriche in ihrer zartesten Feinheit und mit vollster Kraft machen und durch sie, den Grundsätzen gemäß, das gehörige Beleuchtungsverhältniß hervorbringen zu können.

Diese Vorlagen würden indessen ihrem Zweck nur unvollkommen entsprechen, wenn der Schüler sich damit begnügen würde, selbe, wenn auch mit allem Fleiße und aller Genauigkeit, zu copiren.

Bei Zeichnung dieser Bergpartien hat derselbe vielmehr aus den Vorlagen sich vor Allem ihre Formen zu einer recht klaren Vorstellung zu bringen, nämlich die einzelnen Bestand-

theile sich zu versinnlichen, welche z. B. die Kegelform, die Form einer kugelabschnittähnlichen Kuppe u. dgl. ausdrücken, um in den Geist der Zeichnung einzudringen. Er muß also das ganze Terrain gewissermassen analysiren und in seine, wenn auch noch so kleine Bestandtheile (stereographische Figuren) zerlegen um dahin zu gelangen die aus den Vorübungen zu entnehmenden Grundsätze gehörig anwenden zu wissen.

Dieses ist der richtigste Weg, welcher zum Studium und zur Kenntniß des Terrains führt.

Elementar-Unterricht

im

Berg-Zeichnen

für die

Unteroffiziers-Schulen der k. b. Armee.

Die vorliegenden Blätter sind bestimmt als Vorlagen bey dem Elementar-Unterrichte in der Berg-Zeichnung bey den Regimentern und Abtheilungen des Bayerischen Heeres zu dienen, den Lehrern in den Militär-Zeichnungsschulen bey dem im Sinne des Lehmann'schen Bergzeichnungs-Systems, welches den für die Ausführung dienstlicher Terrain-Zeichnungen demnächst erscheinenden Vorschriften zum Grunde gelegt ist, zu ertheilenden Unterrichte einen Leitfaden, — den Schülern selbst aber, so wie den der höhern militärischen Ausbildung überhaupt sich widmenden Individuen ein Mittel an die Hand zu geben, sich die richtigen Ansichten und die erforderliche

Grundlage eigen zu machen, und dadurch die für dienstliche Zwecke so höchst nothwendige Gleichförmigkeit der Behandlung dieses Gegenstandes in dem Heere zu erzielen.

Zur Erleichterung des Selbststudiums und zur weitern Beförderung des angedeuteten Zweckes sind diesen Vorlagen in der hier folgenden Abhandlung die nothwendigsten Erklärungen und Anweisungen beygegeben, so daß beide zusammen die Hauptgrundsätze und das Wesentlichste der Theorie des ganzen Bergzeichnungs = Systems in gedrängter Kürze zusammenfassen.

Es ist hier nur die Darstellung der Terrain=Unebenheiten abgehandelt als desjenigen Theiles der Situationszeichnung, dessen Erlernung und Vervollkommnung mit den meisten Schwierigkeiten verbunden ist. Die hiezu gewählten beygegebenen Zeichnungsblätter (Uebungs=Arbeiten von den Kupferstecher=Eleven des topographischen Büreaus) sind zum Theile Nachbildungen von den in dem Lehmann'schen Werke enthaltenen Kupfertafeln und werden genügen dem angehenden Bergzeichner eine klare und vollständige Erkenntniß des ganzen Verfahrens nebst seiner wissenschaftlichen Grundlage beyzubringen. Hat derselbe diese sich eigen gemacht, und hat er die erforderliche Fertigkeit erworben diese Blätter rein und richtig in gleichem und verändertem Maßstabe nachzeichnen zu können, dann wird er auch im Stande seyn jedes größere Werk über diesen Gegenstand zu begreifen und sich für weitere Verwendbarkeit auszubilden.

I. Erklärungen und Grundsätze.

§. 1.

Grundriß — Aufriß — Profil.

Bei der Darstellung der Unebenheiten des Terrains auf einer ebenen Fläche, wie z. B. jene des Papiers, ist angenommen, daß das Auge des Zeichners sich stets in perpendiculärer Richtung über den einzelnen Punkten des darzustellenden Gegenstandes befinde; diese werden also auch in der Zeichnung so dargestellt, wie sie in der Ansicht von Oben sich zeigen.

In dieser Ansicht fallen nur die horizontalen Ausdehnungen — Maße und Winkel — unmittelbar in's Auge, und auch nur diese können im verkleinerten Verhältniße auf dem Papier genau so wieder gegeben werden. Dieses geschieht durch die geometrische Aufnahme (Vermessung), und man erhält durch dieselbe eine orthographische horizontale Projection oder den Grundriß der einzelnen Terrain-Gegenstände.

Unebenheiten des Terrains können also auch nur der Figur und dem Raume nach, welche sie auf einer horizontalen Ebene einnehmen, nämlich im Grundrisse angezeigt, ihre Ausdehnung in die Höhe oder Tiefe (Vertical-Ausdehnung) aber muß auf der ebenen Zeichnungsfläche durch conventionelle Bezeichnung ausgedrückt werden, wobei jeder Punkt der erhöhten oder vertieften Oberfläche des Gegenstandes auf der horizontalen Ebene diejenige Stelle einnimmt, welche durch eine von ihm auf diese Ebene gedachte Verticale angegeben wird. Es können hier also die Vertical-Entfernungen nicht so wie beym Grundrisse die Horizontal-Entfernungen unmittelbar in der

Zeichnung dargestellt und von dieser abgenommen werden, sondern es kann dieses nur mittelbar geschehen.

Wird die orthographische Projection eines solchen Gegenstandes in horizontaler Ansicht auf eine verticale Ebene ausgeführt, so erhält man eine Vertical-Projection oder einen Aufriß dieses Gegenstandes.

Denkt man sich endlich einen Körper nach irgend einer Richtung von einer Vertical-Ebene durchschnitten, so stellt sich auf dieser die Durchschnittsfläche des Gegenstandes mit ihrer äussern Begränzungslinie dar; diese Fläche wird das Profil, und ihre Begrenzung oder die Durchschnittslinie der Ebene mit der Oberfläche die Profil-Linie dieses Körpers nach der Richtung des Durchschnittes genannt.

§. 2.

Linien, Winkel und Flächen im Grundriß und Profil.

Wenn eine schiefe Ebene A B (Fig. 1) von einer horizontalen C D durchschnitten wird und man errichtet aus einem beliebigen Punkte a der Durchschnittslinie A F rechtwinkelig auf diese die Linien a b in der schiefen und a c in der horizontalen Ebene und fällt aus einem beliebigen Punkte d der Linie a b eine Perpendiculäre auf die Ebene C D, so wird dieselbe auf die Linie a c treffen; dieses geschehe in dem Punkte f, so entsteht zwischen den beiden Ebenen das Dreyeck d a f und es heißt nun in demselben:

1) Die Linie a d die Neigungslinie der schiefen Ebene,

2) die Linie a f (Horizontal-Projection der Neigungslinie a d) die Anlage der Böschung,

3) die Linie d f der Verticalabstand zwischen den Punkten d und f,

4) der Winkel d a f, welchen die Neigungslinie mit der Anlage der Böschung bildet, der Neigungs- oder Böschungswinkel der schiefen Ebene A B, und

5) das Dreyeck d a f selbst, Neigungs-Dreyeck dieser nämlichen schiefen Ebene A B.

Stellt nun (Fig. 2) das Profil eines Berges nach der Linie a′ b′ des Grundrisses (Fig. 3) vor, so nennt man die horizontale Ebene, worauf derselbe steht, seine Grundfläche; die Begränzungslinie, welche die Grundfläche mit den Seitenflächen des Berges bildet, den Fuß desselben, a′ c′ b′ d′ (Fig. 3); die von der Kuppe oder Spitze des Berges auf seine Grundfläche gedachte senkrechte Linie c m (Fig. 2) nämlich den Verticalabstand der Spitze, dessen Höhe, und die Entfernungen m a, m b . . . . ꝛc. dieser Senkrechten von dem Fuße des Berges seine Anlagen, welche nach jeder Richtung des Durchschnittes unter sich verschieden seyn können.

Die Bergseiten bilden sehr selten gerade sondern größtentheils gewölbte oder eingebogene Flächen mit häufig wechselnden Böschungen. Aus diesem Grunde sind auch die Neigungslinien der Berge sehr selten gerade sondern meistens krumme Linien.

Um einen Berg in seinen mannigfachen Formen bildlich darzustellen, und seine Böschungswinkel leicht zu messen, denkt man sich ihn von parallel über einander gelegten horizontalen Ebenen durchschnitten. Die Genauigkeit mit welcher ein Berg gemessen und gezeichnet werden soll, bestimmt die Entfernungen dieser Durchschnitts-Ebenen unter sich. Je größer der

Maßstab ist, in welchem ein Plan gezeichnet wird, desto mehr müssen auf ihm die Einzelnheiten der Bergformen dargestellt, und deßwegen eine um so größere Anzahl solcher Durchschnittts-Ebenen gelegt werden. Hierdurch wird der ganze Berg gleichsam in Gürtel abgetheilt, deren Oberflächen oder Neigungsflächen als Flächen mit einfacher Krümmung *) betrachtet werden können.

Im Profil (Fig. 2) stellen sich diese horizontalen Durchschnitts-Ebenen als Parallel-Linien n o, p q und r s und im Grundriß (Fig. 3) als krumme in sich selbst wieder zurückkehrende Linien dar, welche um so weiter sich von einander entfernen je flacher die Böschung, und um so mehr sich einander nähern je steiler dieselbe ist.

Man nennt die Linien am Durchschnitte der Horizontal-Ebenen mit den Bergseitenflächen gewöhnlich nur Horizontalen. Sind die Vertical-Abstände der Horizontalen unter sich gleich, so werden erstere Aequidistanzen benannt.

Die Geometrie lehrt wie die Horizontalen durch Nivellement auf dem Terrain bestimmt und in den Grundriß gelegt werden.

§. 3.

Mittel zur Bezeichnung geneigter Flächen; — Schraffirstriche.

Die Beleuchtung eines Gegenstandes hat auf die Erkenntniß desselben einen sehr wesentlichen Einfluß und namentlich

*) Flächen mit einfacher Krümmung sind bekanntlich solche, auf welchen nach irgend einer Richtung eine gerade Linie gezogen werden kann, wie z. B. die Oberfläche eines Cylinders, eines Kegels.

die Wirkung, daß die verschieden geneigten Flächen desselben heller oder dunkler hervortreten, je nachdem die Lichtstrahlen senkrecht oder mehr oder weniger schief auf selbe auffallen. Fällt das Licht überhaupt aus einer schiefen Richtung unter irgend einem Winkel auf einen solchen Körper, so wird die ihm gerade zugekehrte Seite vollkommen die entgegengesetzte aber gar nicht beleuchtet seyn und also im vollkommenen Schatten sich befinden; fällt dagegen das Licht in verticaler Richtung auf einen Körper, so ist die Beleuchtung ganz gleichförmig über ihn verbreitet, und denkt man sich denselben aus horizontalen und schiefen Flächen zusammengesetzt, so werden erstere in vollkommenem Lichte erscheinen, während letztere um so mehr an Licht verlieren, je weniger sie ihre Fläche demselben zukehren, je weniger Lichtstrahlen also darauf fallen können, d. h. je größer der Neigungswinkel dieser schiefen Flächen ist.

Dieses auf die Bezeichnung mit Farben angewandt, müßte also eine horizontale, der vollen Wirkung der verticalen Beleuchtung ausgesetzte Fläche im hellsten Farbentone nämlich weiß, eine vertical aufrechtstehende Fläche hingegen, welche gar kein Licht empfängt im dunkelsten Farbentone nämlich gänzlich schwarz ausgedrückt werden. Zwischen vollkommen weiß und vollkommen schwarz sind aber eben so viele Abstufungen des Farbentones oder Mischungen von Weiß und Schwarz möglich, als Neigungs-Abstufungen zwischen der horizontalen und verticalen Richtung oder zwischen 0° und 90° Böschung einer Fläche möglich sind. Hierin ist sonach ein Mittel gegeben durch ein einfaches richtiges Verhältniß des Farbentones auch das Verhältniß der Neigung einer Fläche

ausdrücken zu können, und aus diesem Grunde ist bei der Berg-Zeichnung auch die verticale Beleuchtung angenommen, nämlich: jene, wobei die Lichtstrahlen stets vertical und unter sich parallel auf jeden Punkt der Horizontal- oder Grundriß-Ebene auffallend gedacht werden, ebenso, wie die verticale Ansicht angenommen worden ist, um den Körper nach allen Richtungen seiner Ausdehnung vollkommen übersehen, beurtheilen und messen zu können.

Das Ton- oder Mischungs-Verhältniß der Farbe von vollkommenem Weiß bis zu vollkommenem Schwarz läßt sich in der Federzeichnung, ohne sich dieser Farben-Abstufungen selbst bedienen zu müssen, sehr glücklich nachahmen durch (vollkommen schwarze) Striche, welche man feiner oder stärker nur in größeren oder kleineren Zwischenräumen neben einander zu reihen braucht um eine hellere oder dunklere Tonart zu erhalten, und man kann auf diese Art also auch sehr leicht ein durch Zahlen auszudrückendes Verhältniß zwischen der jedesmaligen Breite der schwarzen Striche und ihren weißen Zwischenräumen nämlich des dunkeln zum hellen Tone ermitteln, wodurch jede Böschung von 0° bis zu 90° bestimmt angegeben werden kann. Diese Bezeichnungsart der Böschungen ist in der Berg-Zeichnung nun auch wirklich angenommen, und man nennt diese zur Ausführung dienenden Zeichnungsstriche Schraffirstriche, so wie das Zeichnen mit selben Schraffiren.

Ist es auf diese Weise gleichwohl möglich jede Böschung von 0° bis zu 90° eben so genau in der Zeichnung ausdrücken zu können, als genau man selbe zu messen im Stande ist, so würde dieses in der Wirklichkeit doch nicht wohl ausführbar seyn, sondern würde für den Gebrauch, zu welchem

Terrain-Zeichnungen in größerer Ausdehnung angefertigt werden, namentlich für topographische Karten auch den entsprechenden Nutzen nicht gewähren, und weil Bergflächen über 60° Böschung als für Jedermann und insbesondere für militärische Zwecke unzugänglich erscheinen, so findet man es genügend nur die Böschung von 0° bis zu 60° in diesem Tonverhältnisse auszudrücken, erstere also mit vollem Weiß und letztere bis zu 90° mit vollem Schwarz zu bezeichnen. Auch hat man es im Allgemeinen jedem Zwecke hinlänglich entsprechend befunden, die Abstufungen der Böschungen nicht von Grad zu Grad sondern nur von 5° zu 5°, von 6° zu 6° oder selbst von 10° zu 10° anzugeben.

§. 4.

Verhältniß der Breiten der Schraffirstriche zu ihren Zwischenräumen.

Um das Verhältniß zu bestimmen, welches zwischen der Breite des schwarzen Striches und der Breite des weißen Nebenraumes statt finden soll, konnte nunmehr das auf einem Annäherungsverhältnisse beruhende Gesetz angenommen werden:

> daß sich die Breite des schwarzen Striches zu seinem weißen Nebenraume verhalten soll wie der zu bezeichnende Böschungswinkel zu seinem Ergänzungswinkel auf 60°.

Z. B. der Böschungswinkel von 5° hat 55° zum Complement auf 60°, folglich trifft zur Bezeichnung des Böschungswinkels von 5° für die Breite des schwarzen Striches 1 Theil und für den weißen Nebenraum 11 Theile.

Nach diesem einfachen Gesetze ist es daher leicht für jeden

beliebigen Böschungswinkel das zugehörige Strichverhältniß auszumitteln und nach diesem eine Zeichnung auszuführen.

Es lassen sich aber auch nach demselben eben so leicht aus den Strichverhältnissen eines schon gezeichneten Planes die zugehörigen Böschungswinkel finden.

Es sey nämlich:

S = der Breite des schwarzen Striches,

W = dem weißen Nebenraume,

B^0 = dem Böschungswinkel,

C^0 = dem Complement-Winkel auf 60^0, so ist das Gesetz durch folgende Proportion ausgedrückt.

$$S : W = B^0 : C^0$$

daher: $(S + W) : S = (B^0 + C^0) : B^0$, woraus

$$B^0 = \frac{S\,(B^0 + C^0)}{S + W} \text{ und weil } B^0 + C^0 = 60^0$$

$$B^0 = \frac{S\,.\,60^0}{S + W.}$$

Z. B. Es sey das Verhältniß des schwarzen Striches zu seinem Nebenraume wie 2 : 1 geschätzt worden, so ist $S = 2$ und $W = 1$.

Diese Werthe substituirt, wird $B^0 = \frac{2\,.\,60}{2 + 1} = 40$, der Böschungswinkel für die gegebene Verhältnißzahl.

Dieses Verhältniß der schwarzen Striche zu ihren weißen Nebenräumen wird das Mengungs-Verhältniß genannt.

§. 5.

Lage der Schraffirstriche.

Die Schraffirstriche, deren man sich zur Bezeichnung der Terrain-Unebenheiten bedient, müssen eine feste bestimmte

Richtung erhalten und stets nach dem Ablaufe des Wassers oder nach der Richtung gezeichnet werden, nach welcher ein schwerer Körper von einer schiefen Fläche abrollt. Dieses geschieht aber immer auf dem kürzesten Wege mithin unter einem rechten Winkel auf die Horizontalen, welche durch die schiefe Fläche gelegt sind, oder durch sie gelegt gedacht werden können. Hieraus folgt:

1) daß die Schraffirstriche stets unter rechten Winkeln auf die Horizontalen zu legen sind, und also auch daß die Horizontalen rechtwinkelig durch die Neigungslinien gehen;

2) daß durch die Schraffirstriche zugleich die Richtung der Neigungslinien wirklich gegeben ist, und also

3) daß beide, Horizontalen und Schraffirstriche (Neigungslinien) ihre Lage gegenseitig bestimmen.

§. 6.

Form der Schraffirstriche.

Diese hier aufgestellten Grundsätze hinsichtlich des Verhältnisses der Schraffirstriche zu ihren weißen Nebenräumen und ihrer rechtwinkeligen Richtung auf die Horizontalen führen nun zunächst zu der Augenscheinlichkeit, daß man auch verschiedene Formen dieser Schraffirstriche in Anwendung bringen müsse, um durch sie alle die verschiedenen Formen ausdrücken zu können, unter welchen Bergabhänge in der Natur erscheinen.

Betrachtet man zuerst die einfachste dieser Bergseitenformen nämlich die Form einer geraden schiefen Fläche, unter welcher z. B. eine gerade fortlaufende Bergwand sich darstellt, so bilden

hier auch die Horizontalen lauter gerade und unter sich in gleichen Abständen fortlaufende Linien. Da nun die Schraffirstriche rechtwinkelig von der obern Horizontalen ausgehen und ebenso auf die untere Horizontale auftreffen sollen, das Mengungsverhältniß von Schwarz und Weiß aber bei stetiger Böschung unverändert bleiben muß, so kann der Schraffirstrich in diesem Falle keine andere Form erhalten als die eines länglichen Rechteckes, denn jede andere Form (es müßten denn künstlich geschlängelte Striche angewendet werden wollen, welche aber für diesen Zweck sehr unpassend wären) würde die eine oder die andere der obigen Bedingungen unerfüllt lassen. Diese Form bietet überdieß den Vortheil, daß sie am leichtesten zu zeichnen und in ihren Verhältnissen durch blossen Anblick zu schätzen ist, und kann daher als die Grundform der Schraffirstriche betrachtet werden.

Bildet aber der Bergabhang eine gewölbte oder eingebogene Fläche, und sollen die Schraffirstriche doch noch eine zweckmässige Länge erhalten und nicht gar zu kurz gemacht werden, so wird die Abweichung derselben und ihrer weißen Zwischenräume von der Gestalt eines Rechteckes ziemlich merklich und auch die Mischung von schwarz und weiß in der Nähe der untern Horizontale eine ganz andere seyn als an der obern, oder umgekehrt. Weil aber bey einerlei Neigung das Mengungsverhältniß von schwarz und weiß unverändert bleiben muß, so müssen auch dort, wo die weißen Zwischenräume verhältnißmäßig zu groß werden würden, die Schraffirstriche die Rechtecksform verlassen, und eben so keilförmig werden wie die weißen Zwischenräume.

Bei Zeichnung des Kegels mit steter und eingebogener

Böschung und beim Kugelabschnitt, so wie überhaupt immer da, wo nicht stetig geböschte Bergflächen zu zeichnen sind, ergibt sich die Nothwendigkeit die keilförmigen Striche in Anwendung zu bringen.

So wie in der Natur ein größtentheils fast unmerklicher und oft nur schwer zu bestimmender Uebergang von einer Böschung in die andere stattfindet, ebenso muß in der Zeichnung in diesem Falle ein fast unmerklicher Uebergang von einem Mengungsverhältniß zum andern durch ein allmähliges Schmäler- oder Breiterwerden der Striche erzeugt werden.

Als Regel wird festgesetzt:

1) Die Schraffirstriche müssen beim Ansatze ebenso stark gemacht werden, wie die Striche der obern Lage enden, und so zu- oder abnehmen, daß in der nächsten Reihe die Beleuchtung oder Schwärze herauskomme, in welcher die nächstfolgende Strichlage beginnen soll.

2) Wo der Abfall unmerklich beginnt oder aufhört, müssen auch die Schraffirstriche in der ersten Lage kaum sichtbar anfangen und in der letzten kaum sichtbar aufhören.

3) Wo eine Bergseite mit einer scharfen Kante beginnt, oder auf ihr eine solche vorkömmt, müssen die Striche in der vollen Schwärze der Böschung, die sie ausdrücken sollen, angesetzt werden und wenn die Bergseite steil einfallend endet, auch die Schraffirstriche in voller Schwärze ihres Böschungswinkels enden.

4) Sind die Horizontalen nicht parallel, so kann dem Gesetze, daß die Schraffirstriche rechtwinkelig auf denselben stehen sollen, durch einen geradlinigen Schraffirstrich nicht entsprochen werden; er muß daher zwischen

beiden in der Art eine gleichmäßig gekrümmte Form erhalten, daß er von der obern Horizontale rechtwinkelig ausgehe, auf die untere rechtwinkelig ende und alle möglichen Zwischen-Horizontalen rechtwinkelig durchschneide. — Hiedurch ensteht der gekrümmte oder Schwungstrich.

Es gibt also für die Schraffirstriche dreierlei Hauptformen:

1) rechteckig gerade,
2) keilförmig oben schmale und unten breite oder umgekehrt,
3) gekrümmte oder Schwungstriche, die entweder gleiche Breite oder eine den Keilstrichen sich nähernde Form haben.

§. 7.

Breite und Länge der Schraffirstriche.

Für die Bezeichnungen der Böschungen ist es gleichgültig, welche Breite und Länge man dem Schraffirstriche gibt, wenn nur immer sein gehöriges Verhältniß zum weißen Nebenraume beobachtet wird. Beide richten sich jedoch nach dem Maße und Detail, in welchem ein Grundriß gezeichnet werden soll, weil es natürlich ist, daß bei einer Zeichnung im größeren Maßstabe die Striche breiter und länger, im kleineren aber wegen der Deutlichkeit der übrigen Detailbezeichnungen schmäler und kürzer gemacht werden müssen.

II. Vorübungen.

§. 8.

Vorschriften zu den Vorübungen für den angehenden Bergzeichner.

Die angegebenen Stricharten in beliebiger Länge und Breite, in vollkommenster Reinheit und mit ganz sicherer Hand zeichnen zu können, ist für den Bergzeichner unumgänglich nothwendig, für den Anfänger aber die größte Schwierigkeit. Ehe dieser daher zu einer andern Zeichnung übergeht, soll er sich mit aller Aufmerksamkeit und aller Beharrlichkeit bestreben die einzelnen Striche vom feinsten bis zum stärksten mit möglichster Vollkommenheit rein und sicher machen zu lernen. Findet er bei Zeichnung der einzelnen Striche keine Schwierigkeit mehr, und hat die Hand die gehörige Sicherheit erlangt, dann stelle er einzelne Partien von gleicher Länge, Breite und gleichen Zwischenräumen zusammen, um nach und nach die Schraffirungs-Verhältnisse für die verschiedenen Gradationen richtig ausdrücken zu können und das Auge an schnelle und genaue Erkennung derselben zu gewöhnen.

Im Allgemeinen hat der Schüler bei diesen Vorübungen folgende Regeln zu beobachten:

1) die Striche sollen so lang gemacht werden, als es die Geschicklichkeit der Hand erlaubt;
2) dieselben müssen immer rechtwinkelig auf die Horizontalen gestellt werden, es mögen diese gerade oder gekrümmt, parallel oder nicht parallel vorgezeichnet seyn.
3) Das richtige Verhältniß der Breite des Schraffir-

striches zum weißen Nebenraume muß streng beachtet werden.

4) Man darf sich nicht mit einer Reihe Striche für eine Gradation begnügen, sondern es sollen mehrere Reihen ohne Zwischenraum untereinander gesetzt und dabei berücksichtigt werden, daß die zusammenstoßenden Striche keine sichtbaren Absätze bilden, keine weißen Zwischenräume lassen und nicht ineinandergreifen.

5) Die Schraffirstriche sollen immer von oben nach unten und stets die links stehenden vor den rechts stehenden vollkommen rein mit einem Federzug gezeichnet werden.

6) Der Schüler darf sich bei diesen Vorübungen nur scharfgeschnittener guter Gänsefedern und vollkommen schwarz angeriebener Tusche bedienen. Erst später, wenn die Hand hinreichende Uebung und Sicherheit sich eigen gemacht hat, und bei Zeichnungen in kleinen Maßstäben, wo sehr feine Striche gezeichnet werden müssen, kann ihm der Gebrauch der Rabenfedern oder des elastischen Pinsels gestattet werden.

7) Der Schüler soll so lange bei diesen Uebungen verweilen, bis er im Darstellen der Strich- und Zwischenraumsverhältnisse keine Schwierigkeiten mehr findet und dann erst zur Zeichnung des Böschungsmaßstabes übergehen.

§. 9.

Erklärung der Böschungsmaßstäbe, und Construktion derselben.

Wenn sich der angehende Bergzeichner nach dem vorigen

Paragraphen die erforderliche Sicherheit des Auges und der Hand im Zeichnen der Schraffirstriche und Schätzung ihrer Zwischenraumsverhältnisse vollkommen angeeignet hat, so beginne derselbe die Zeichnung verschiedener Böschungsmaßstäbe, wodurch er sich an den Ausdruck der wechselnden Tonverhältnisse gewöhnt. Er gehe bei Construction derselben allmählig vom größeren Maße, wobei er sich des Zirkels, der Reißfeder und des Lineals bedienen darf, zum kleineren über, bis es der freien Hand gelingt, die Schraffirung der verschiedenen Gradationen ohne diese Hülfsmittel ausführen zu können.

Tafel II enthält zwei Böschungsmaßstäbe. Bei dem Ersten ist angenommen, daß eine horizontale Fläche mit vollkommenem Weiß und eine mit 60° und darüber abgeböschte, als ganz unzugänglich angesehen mit vollkommenem Schwarz bezeichnet werde.

Sieben verschiedene Verhältnisse des Schwarzen zum Weissen bezeichnen die Böschungen von 5° und sodann von 10° zu 10°.

Der Böschungsmaßstab ist in drei Querreihen getheilt, wovon die obere durch deutliche Construction die Verhältniße der schwarzen Striche zu den weißen Nebenräumen für das noch ungeübte Auge leichter erkennen läßt. In den beiden folgenden Querreihen sind die Theile in gleichen Verhältnissen so verkleinert dargestellt, wie es die Anwendung auf die Situationszeichnung im Grundriß erfordert.

Oberhalb der ersten Querreihe sind die Verhältnißzahlen für die Böschungen angeschrieben und so zu verstehen, daß z. B. für eine Böschung von 10° der weiße Raum fünfmal, bey

20° zweimal, bey 30° eben so groß als die Breite des schwarzen Striches ist, u. s. w.

Die große Bequemlichkeit, welche durch diese einfachen Verhältnißzahlen sich ergibt, um irgend eine Böschung nach derselben zu bezeichnen, ist für sich klar, und bedarf keiner weitern Erklärung.

Die unter dem Böschungsmaßstabe konstruirten Dreiecke enthalten die Böschungs- und die ihnen zukommenden Complementswinkel auf 60°, erstere schraffirt, sind mit den Zahlen 5°, 10°, 20°, 30°, 40°, 50°, 60° und letztere mit 55°, 50°, 40°, 30°, 20°, 10° bezeichnet.

Ein zweiter Böschungsmaßstab ist unter dem ersten angebracht, welcher 12 Gradationen von 5° zu 5° enthält, um erforderlichen Falles die Böschungswinkel genauer zu bezeichnen.

Beide haben die Bestimmung bei Militär-Zeichnungen in der bayerischen Armee angewendet zu werden.

Bei gehöriger Betrachtung des Böschungsmaßstabes und Anwendung des im §. 4 aufgestellten Gesetzes kann es nicht schwer fallen, irgend einen Böschungsmaßstab von beliebig angenommenen Gradationen zu entwerfen.

Z. B. Es soll die im topographischen Büreau eingeführte Scala construirt werden, bei welcher horizontale Flächen mit vollem Weiß und jene mit und über 60° mit vollem Schwarz bezeichnet und die Gradationen von 6° zu 6° angenommen sind.

Man theile einen beliebigen Raum in so viel gleich große Abtheilungen als Gradationen auszudrücken sind; hier zehn. Jede dieser Abtheilungen wird abermals in 10 gleiche Theile getheilt, und von diesen sodann so viele für den schwarzen Strich genommen als die Verhältnißzahl für die auszudrückende

Böschung angibt. Der übrigbleibende Rest gehört für den weißen Nebenraum; z. B. zu dem Böschungswinkel von 6° gehört das Strichverhältniß 6 : 54 = 1 : 9; für den schwarzen Strich muß also ein Theil genommen und für den weissen Nebenraum 9 Theile belassen werden u. s. w. —

§. 10.

Schraffirung einer ungleichseitigen Pyramide und Construction eines Profils derselben.

Durch eine vollkommene Ausführung der Böschungsmaßstäbe wird der Schüler nunmehr diejenigen Begriffe von der Darstellungsweise der verschiedenen Böschungen und zugleich diejenige Fertigkeit erlangt haben, um die Schraffirung nach jedem Böschungs-Verhältniße in gleichförmiger Weise anwenden und ausführen zu können. Er gehe nun zur Zeichnung derjenigen stereographischen Körper über, aus deren Bestandtheilen die Formen fast aller in der Natur vorkommenden Terrain-Erhabenheiten zusammen gesetzt sind.

Auf Tafel **III** ist die Horizontalprojection einer neunseitigen Pyramide dargestellt, deren Seitenflächen unter verschiedenen Böschungswinkeln gegen den Horizont geneigt sind.

In Figur **1** sind die Böschungswinkel auf den Flächen der Pyramide und an ihrem Fuße die denselben zukommenden Verhältnißzahlen für die Schraffirstriche eingeschrieben, nach welchen Figur **2** ausgeführt ist.

Die Pyramide ist von sieben gleich hoch über einander gelegten Horizontalen in acht Schichten zerlegt, welche auf den Flächen punktirt angezeigt sind. Die Horizontalen erscheinen als gerade in sich zurückgehende Linien, weil die Seiten der

Pyramide ebenfalls gerade Flächen sind, und liegen um so näher beisammen je steiler die Böschungen werden. Es müssen also nach den §§ 5 und 6 die Schraffirstriche gerade Rechtecke seyn und unter Beobachtung des dem Böschungswinkel entsprechenden Verhältnisses senkrecht auf die Horizontalen gestellt werden.

Es ist bei Schraffirung der Pyramide am zweckmässigsten mit der Seitenfläche von der schwächsten Böschung zu beginnen diese zu vollenden und dann zu denjenigen allmählig überzugehen, welche steiler abgeböscht sind.

Figur 3 stellt einen Durchschnitt der Pyramide nach der Linie A B Figur 1 dar, und zeigt wie hoch die Punkte a, b, c, d, e, f und g der von einer Vertical-Ebene durchschnittenen Kanten über der Grundfläche der Pyramiden liegen. Die Zeichnung dieses Durchschnittes geschieht auf folgende Art:

Die horizontale Entfernung der Punkte a′, b′, c′, d′, e′, f′, g′ und h′ auf der Linie A′ B′, welche mit A B Figur 1 parallel zu ziehen ist, erhält man durch Fällung der Perpendikel aa′, bb′, cc′ u. s. w. und ihre Höhen, wenn man z. B. von dem Punkte b auf die Grundlinie der mit 6° geneigten Fläche eine senkrechte b m zieht, diese in den Zirkel faßt und auf einem nach der Gradation des Böschung-Maßstabes leicht sich zu entwerfenden Böschungsmesser, Tafel 1 Fig. 4 von A nach q trägt, hier einen Perpendikel errichtet, und ihn so weit verlängert bis er die mit 6° bezeichnete Linie in p durchschneidet; p q zeigt nun die Höhe des Punktes b über der Grundfläche der Pyramide und kann auf der Linie A′ B′ in b′ aufgetragen werden.

Auf gleiche Weise ergeben sich die Höhen für die übrigen Punkte, wenn man nur das Maß der Perpendikel gehörig an die Linie A B des Böschungsmessers überträgt, und die dort zu errichtende Senkrechte bis an jene Theilungslinie zieht, welche dem Böschungswinkel der Seitenfläche entspricht.

Bei Bestimmung der Höhe der Pyramide z. B. ziehe man x y (Neigungslinie) senkrecht auf die Grundlinie der mit 24° geböschten Seitenfläche, trage das Maß von x y auf den Böschungsmesser von A nach w, errichte dort den Perpendikel w v bis zu dem mit 24° bezeichneten Theilungsstrich, so ist w v die Höhe der Pyramide.

Dieselbe Höhe würde man finden, wenn man von x eine Senkrechte auf irgend eine der andern Grundlinien oder ihrer Verlängerungen zöge und dann auf gleiche Weise verführe.

Will man aus einer Zeichnung die Höhe eines Berges oder irgend eines Punktes an einer Seitenfläche desselben bestimmen, so bleibt das Verfahren das nemliche wie das oben bezeichnete, nur ist man gezwungen, wenn die Neigungslinie keine gerade sondern eine krumme Linie ist und die Böschungen auf ihr wechseln, dieselbe in mehrere Theile und besonders an jenen Stellen zu zerlegen, wo der Böschungswechsel statt findet. Aus der Summe der einzelnen Theile ergibt sich sodann die gesuchte Höhe. Daß die Böschungswinkel aus den zu schätzenden Strichverhältnissen sich ergeben, bedarf wohl kaum der Erwähnung.

§. 11.

Schraffirung eines geraden Kegels mit steter Böschung.

Auf Tafel IV ist ein Kegel mit einer steten Böschung von 30° im Durchschnitte und im Grundriß abgebildet.

Die Horizontalen, welche im Durchschnitt als gerade Parallelen sich zeigen, sind so angenommen, daß sie allmählig kleinere Abstände unter sich haben, je mehr sie sich der Spitze des Kegels nähern, weil, je näher an der Spitze nur durch kürzere Schraffirstriche das erforderliche Mengungs-Verhältniß erhalten werden kann ohne ersteren eine unmäßige dem Auge ungefällige Breite geben zu müssen. Dadurch ergibt sich, daß sie im Grundrisse, wo sie als concentrische Kreise sich projiciren, ebenfalls ungleiche Entfernungen unter sich haben, die um so größer werden, jemehr sich die Horizontalen von der Spitze des Kegels entfernen und seiner Grundfläche nähern. Derselbe Zweck kurzer Schraffirstriche bei starkgekrümmten Horizontalen wird auch erreicht, wenn man Zwischenhorizontalen legt, wie bei den folgenden Figuren zu ersehen ist.

Wie bekannt müssen die Neigungslinien auf den Horizontalen senkrecht stehen, und in einer gleichförmig abgeböschten Fläche das Schraffirungs-Verhältniß sich gleich bleiben.

Dieser Grundsatz kann bei Zeichnung vorliegender Figur nur dann eingehalten werden, wenn wie § 6 ausgeführt die Schraffirstriche eine keilförmige Gestalt bekommen und an der obern Horizontale schmäler und an der untern breiter gemacht werden.

Der Zeichner muß daher diese Striche hier in Anwen-

dung und in eine solche Haltung bringen, daß das Bild in gehöriger Gesichtsweite das Aussehen einer abgetuschten Fläche erhält.

§. 12.

Schraffirung eines geraden Kegels mit concaver oder eingebogener Seitenfläche.

Tafel V zeigt einen Kegel mit concaver oder eingebogener Seitenfläche sowohl im Durchschnitt als im Grundriß, an welchem die Gradationen von 6° zu 6° und zwar von 0° bis zu 60° vorkommen.

Durch Theilung der Profilseite in 10 gleiche Theile erhält man die Abstufungen von 6° zu 6° und durch die Projection dieser Theilungspunkte auf eine mit der Grundlinie des Durchschnittes parallele Linie im Grundrisse die Halbmesser für die Horizontalen, welche, wie beim geraden Kegel Tafel IV, concentrische Kreise bilden, an der Spitze wegen der zunehmenden Böschung näher aneinander liegen als am Fuße des Kegels, und zwischen sich die Gradationen von 0° bis 60° enthalten.

Die Konstruction des Kegelprofils, so wie der Beweis, daß an den Theilungspunkten von 6°, 12°, 18° u. s. w. wirklich die angedeuteten Neigungen statt finden, lehrt die Geometrie. Um auch diese Figur in ihren verschiedenen Böschungs-Verhältnißen so zu zeichnen, daß ein allmähliger Uebergang von einer Neigung in die andere statt findet und das Bild das Ansehen einer getuschten Fläche erhält, müssen auch hier die theilweise und abwechselnd keilförmigen Striche angewendet, senkrecht auf die Horizontalen gestellt und an ihren beiden

Enden das richtige Verhältniß zum weißen Nebenraum beobachtet werden.

Die Schraffirung dieses Kegels gibt deutlich zu erkennen, wie die durch die Böschung einerseits und die kreisförmige Gestalt der Horizontalen andererseits für die Form der Schraffirstriche gegebenen Bedingnngen sich gegenseitig neutralisiren und eine die andere beherrschen könne. So muß hier von der Spitze herab, nemlich von 60° bis ohngefähr 35° der unten breite und oben schmale Keilstrich angewendet werden, und es ist also hier die Kreisform der Horizontalen die beherrschende Bedingung; von unten hinauf von 0° bis ohngefähr 24° ist der oben breite und unten schmale Keilstrich angewandt, und es ist also hier das Böschungs-Verhältniß das beherrschende; zwischen beiden, beiläufig von 24°—36°, heben sich beide Bedingungen gegenseitig auf, und der Schraffirstrich geht von einer Keilform auf die andere mittelst der Rechtecksform über. Der Schüler hat dieses Verhältniß wohl aufzufassen, weil dasselbe in der Bergzeichnung sehr häufig zur Anwendung kommt.

§. 13.

Schraffirung eines Kugelabschnittes.

Der auf der Tafel VI abgebildete Kugelabschnitt enthält ebenfalls die Böschungsabstufungen von 6° zu 6°, von 0° anfangend bis zu 60°.

Gleich der Seite des eingebogenen Kegels ist die des Kugelabschnittes im Durchschnitt in 10 gleiche Theile getheilt, wodurch sich die Gradationen von 6° zu 6° ergeben. Durch Projection dieser Theilungspunkte auf eine mit der Grundlinie des Durchschnittes parallel laufende Linie erhält man die Halb-

messer für die concentrische Kreise bildenden Horizontalen, welche eine um so geringere Entfernung unter sich haben, je näher sie der Grundlinie liegen und je steiler die Böschung wird. In dieser Figur ist der allmählige Uebergang von der flachsten bis zur steilsten Böschung von oben nach unten ausgedrückt und die keilförmige Strichart zur Erlangung des gehörigen Schraffirungs-Verhältnißes so angewendet, daß der schmale Theil des Striches an die obere und der breite an die untere Horizontale gelegt wird.

Der Schüler muß sich bemühen die gegebenen Regeln auch hier in Anwendung zu bringen, um den Kugelabschnitt mit seiner natürlichen Abrundung in vollkommener Reinheit darzustellen.

§. 14.

Schraffirung eines schief abgeschnittenen Kegels.

Tafel VII stellt den Grundriß und Durchschnitt eines schiefen Kegels dar, dessen Grundfläche eine Ellipse ist, dessen Seitenfläche die Böschungen von 5° bis 50° enthält, und dessen Achse in einer Ebene liegt, welche die Grundfläche in der Richtung der großen Achse senkrecht durchschneidet.

Da eine jede beliebige Ellipse die Grundfläche eines solchen Kegels seyn kann, so nehme man diese als gegeben an: in einer beliebigen Entfernung ziehe man sodann parallel zur großen Achse der Ellipse eine gerade Linie, fälle auf diese von den Endpunkten der großen Achse Perpendikel und trage an die Punkte, wo die Perpendikel auf der Parallelen auffallen, die beiden Winkel auf, welche die flächste und steilste Böschung der Seitenfläche des Kegels seyn sollen. Verlängert man die

Schenkel der Winkel bis sie sich durchschneiden, so erhält man das Profil des Kegels nach der Richtung der großen Achse seiner Grundfläche.

Zieht man nun von der Spitze des Profildreieckes eine Senkrechte auf die große Achse der Ellipse, so erhält man den Punkt für die Spitze des Kegels im Grundriß.

Denkt man sich durch den Kegel in gleichen Abständen Ebenen parallel zur Grundfläche gelegt, so bilden die Durchschnittslinien mit der Grundfläche ähnliche Ellipsen, welche sich als solche im Grundriß projiciren, im Profil aber als gerade Linien erscheinen. Die Zeichnung dieser Horizontalen geschieht im Grundriß am einfachsten, indem man aus der Spitze des Kegels mehrere gerade Linien in beliebigen Abständen rechts und links der großen Achse bis an die Peripherie der Ellipse zieht, und diese Linien in so viele gleiche Theile theilt, als durch die Horizontalen die Seite oder Höhe des Profildreieckes getheilt worden ist. Durch Verbindung der correspondirenden Theilungspunkte erhält man die die Horizontalen bildenden Ellipsen im Grundrisse.

In der Vorlage sind die eigentlichen Horizontalen durch volle Linien ausgedrückt zum Unterschiede der punktirten Zwischenhorizontalen.

Weil die elliptischen Bögen (Horizontalen) im Grundrisse der Figur nicht parallel unter sich liegen, die Schraffirstriche aber immer auf denselben senkrecht stehen sollen, so müssen diese schwung- und nach Erforderniß auch keilförmig gemacht, und mit eben der Sorgfalt wie bei den vorhergegangenen Figuren neben und untereinander gereiht werden, damit die Zeichnung ebenfalls das Ansehen bekomme, als ob sie getuscht wäre.

Um die Böschungswinkel von 5° zu 5° zwischen die Horizontalen des schiefen Kegels zeichnen und die diesen Gradationen zugehörigen Stellen angeben zu können, dient der auf vorliegender Tafel befindliche Böschungsmesser.

Will man z. B. wissen, wo zwischen den beiden ersten Horizontalen eine Böschung von 10° statt finde, so errichte man aus dem Punkte a des Böschungsmessers eine Senkrechte ab, trage auf sie den Höhenunterschied ac der ersten Horizontalen über die Grundlinie aus dem Profildreiecke, und ziehe die Linie cd parallel zu af. Nun fasse man die Entfernung von c bis zum Durchschnittspunkte der Linie cd mit der Theilungslinie des Maßstabes für 10° nemlich cn in den Zirkel, und suche zwischen den beiden ersten Horizontalen im Grundrisse des Kegels den Abstand, welcher der Zirkelöffnung entspricht, so ist der Ort bestimmt, wo eine Neigung von 10 Grad statt findet, und wo man den Böschungswinkel notirt, um hienach bei der Schraffirung das jeder Böschung zukommende Strichverhältniß anwenden zu können.

Das Verfahren zur Bestimmung der Böschungswinkel zwischen den übrigen Horizontalen bleibt ganz das nämliche.

Mit der Kenntniß und Fertigkeit, diese hier angegebenen stereographischen Körper in der Schraffirung nach ihren Böschungsverhältnissen vollkommen richtig und rein darstellen zu können, schließen sich die eigentlichen Vorübungen des Berg-Zeichnungs-Unterrichts.

Hat der Schüler eine genügsame Fertigkeit hierin erlangt, weiß er die Schraffirstriche nach dem Grade der Böschungen und nach der Richtung der Neigungslinien richtig anzuwenden und reine, gerade oder geschwungene, gleich breite oder keil-

förmige Striche gehörig darzustellen, so gehe er zur Zeichnung einzelner Terrainpartien über und beginne mit jenen in größerem Maßstabe, wie folgt.

III. Zeichnung einzelner Terrainpartien und größerer Landstrecken.

§. 15.

Darstellung einer Terrainpartie im Maßstabe von 1 : 5000.

Die Tafel VIII stellt eine von mehreren Schluchten durchschnittene im Maßverhältnisse von 1 : 5000 der natürlichen Größe gezeichnete Thalwand vor, an deren Formen sich zeigt, wie die Schraffirstriche auf den gewölbten und ausgehöhlten Flächen zu legen sind, wie sie sich auf dem Rücken scheiteln, in den Mulden anneigen und in den Schluchten unter sich selbst ergebenden Winkeln abstoßen sollen, um dem Grundsatze zu genügen, daß sie stets auf die Horizontalen senkrecht gestellt, und die ihnen zukommenden Böschungsverhältnisse eingehalten werden. Zur Erleichterung des Nachzeichnens sind in dieser Partie die Horizontalen mit fein punktirten Linien angegeben, welche der Schüler mittels Graspapier oder mittelst eines Quadratnetzes auf sein zur Zeichnung bestimmtes Papier übertragen wird, um die nöthigen Anhaltspunkte zu erhalten.

§. 16.

Darstellung einer Terrainpartie im Maßstabe von 1 : 10,000.

Tafel IX enthält eine Bergpartie im Maßstabe von 1 : 10,000 der natürlichen Größe, welche einem bedeutend durchschnittenen Boden entnommen ist, und viele Mannigfaltigkeit in den Formen und Böschungen darbietet. Da hier die Horizontalen durch keine besondere Linien angezeigt sind, so wird sich der Anfänger veranlaßt finden, eine so große Anzahl derselben mit Bleistift zu bezeichnen, als ihm zum Nachzeichnen nothwendig erscheinen, dabei sich erinnernd, daß die Horizontalen jederzeit die Schraffirstriche senkrecht durchschneiden müssen.

§. 17.

Darstellung größerer Landstrecken im Maßstabe von 1 : 25,000, von 1 : 50,000 und von 1 : 160,000.

Die Tafeln X, XI und XII entfalten Abbildungen von einzelnen Landstrecken in den Maßverhältnissen von 1 : 25,000, von 1 : 50,000 und von 1 : 160,000 der natürlichen Größe und ausser der Darstellung der Unebenheiten auch die Bezeichnung der Flüsse, Strassen, Wege, Ortschaften, Waldungen, Felder und Wiesen nebst zugehörigen Schriftarten, so wie dieselben bei Aufnahmen und Ausführung von topographischen oder geographischen Karten in Anwendung gebracht werden.

Es ist aus diesen Tafeln von selbst ersichtlich, wie die Schraffirstriche mit der Verkleinerung des Maßstabes allmählig

sich verkürzen und feiner werden ohne das Mengungsverhältniß zu stören, und wie die ganze Zeichnung sohin eine zarte Haltung anzunehmen hat. Ebenso geht daraus hervor, wie in den kleineren Maßstäben nach und nach immer mehr Detail verschwindet und in größere Partien zusammenfällt, welches im größern Maßstabe noch deutlich ausgedrückt werden kann, im kleinern aber nur zu einer bis zur Unleserlichkeit werdenden Ueberladung sich anhäufen würde.

Weil sich ein Schüler nie zum fertigen und vollendeten Zeichner ausbilden kann, wenn er bei seinen Uebungen nicht von den größeren Maßverhältnißen zu den kleineren übergeht, so darf derselbe auch nicht früher sich mit der einen oder der andern der hier bezeichneten Tafeln beschäftigen, als bis er sich durch ganz reine, vollkommen richtige Zeichnung der vorausgehenden ein scharfes Augenmaß und eine ganz sichere Hand erworben hat. Beides ist nothwendig, um bei Terrainzeichnungen in kleinen Mäßstäben die Schraffirstriche in ihrer zartesten Feinheit und mit vollster Kraft machen und durch sie, den Grundsätzen gemäß, das gehörige Beleuchtungsverhältniß hervorbringen zu können.

Diese Vorlagen würden indessen ihrem Zweck nur unvollkommen entsprechen, wenn der Schüler sich damit begnügen würde, selbe, wenn auch mit allem Fleiße und aller Genauigkeit, zu copiren.

Bei Zeichnung dieser Bergpartien hat derselbe vielmehr aus den Vorlagen sich vor Allem ihre Formen zu einer recht klaren Vorstellung zu bringen, nämlich die einzelnen Bestand=

theile sich zu versinnlichen, welche z. B. die Kegelform, die Form einer kugelabschnittähnlichen Kuppe u. dgl. ausdrücken, um in den Geist der Zeichnung einzudringen. Er muß also das ganze Terrain gewissermassen analysiren und in seine, wenn auch noch so kleine Bestandtheile (stereographische Figuren) zerlegen um dahin zu gelangen die aus den Vorübungen zu entnehmenden Grundsätze gehörig anwenden zu wissen.

Dieses ist der richtigste Weg, welcher zum Studium und zur Kenntniß des Terrains führt.

Elementar-Unterricht im Berg-Zeichnen für die Unteroffiziers-Schulen der k. b. Armee

c. 1865

urn:nbn:de:bvb:12-bsb10372912-6